



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**Escola Superior d'Agricultura de Barcelona**

*Desenvolupament d'un empelt entre Cannabis sativa  
L. i un portaempelt d'Humulus lupulus L.*

Treball final de grau



Sergi Campderrós Bravo  
12-12-2017



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

---

**Escola Superior d'Agricultura de Barcelona**

*Desenvolupament d'un empelt entre Cannabis sativa  
L. i un portaempelt d'Humulus lupulus L.*

Treball final de grau

Alumne: Sergi Campderrós Bravo

Tutors: Gil Gorchs Altarriba i Cèsar Ornat Longaron



## Agraïments

En primer lloc m'agradaria agrair aquest treball als meus pares, sense el seu esforç perquè tingui una educació de qualitat, aquestes paraules mai haguessin estat escrites. També a tots i cadascun dels professionals docents que m'he trobat al camí i la paciència que han tingut. Especialment m'agradaria donar les gràcies als meus tutors Gil i Cèsar. I a tu Rubén, per transmetrem i ensenyar-me a posar tanta energia en tot el que fas.

## Resum

El projecte sorgeix de la necessitat de donar una passa endavant en el procés de desestigmatitzar socialment la planta de cànem, per tal d'oferir possibles solucions per pal·liar algunes malalties o dolors. D'aquí sorgeix la idea d'intentar oferir un increment del rendiment de producció de les substàncies cannabinoides. I d'aquesta la idea d'aplicar les tècniques d'empelt tan utilitzades en el sector frutícola i cada cop més utilitzades en el sector hortícola. El principal objectiu d'aquest treball és donar resposta a la pregunta de si l'empelt entre les plantes de *Cannabis sativa L.* i *Humulus lupulus L.* és viable. La memòria del projecte detalla les tècniques i la metodologia utilitzades en tots els assajos realitzats en l'empelt de cànem sobre peus de llúpul. Inicialment el projecte pretenia establir quines diferències de rendiment existeixen entre plantes de cànem i plantes empeltades de cànem sobre llúpul. Es pretén demostrar quin seria l'impacte en la transformació de les explotacions de llúpul que han perdut valor econòmic, degut a la competència per l'increment de les múltiples explotacions actuals del mateix cultiu. El projecte contempla com seria viable la transformació d'explotacions de llúpul a la producció de cànem empeltat sobre els mateixos peus de llúpul. Als assajos realitzats en aquest treball demostren la compatibilitat en l'empelt entre les dues espècies.

## Resumen

El proyecto surge de la necesidad de dar un paso adelante en el proceso de desestigmatizar socialmente la planta de cáñamo, por tal de ofrecer posibles soluciones para paliar algunas enfermedades o dolencias. De aquí surge la idea de intentar ofrecer un incremento de rendimiento de producción de las sustancias cannabinoides. De aquí la idea de aplicar las técnicas de injertos tan utilizadas en el sector frutícola y cada vez más usadas en el sector hortícola. El principal objetivo de este trabajo es dar respuesta a la pregunta de si un injerto entre las plantas de *Cannabis sativa L.* y *Humulus lupulus L.* es viable. La memoria del proyecto detalla las técnicas y la metodología utilizadas en todos y cada uno de los ensayos realizados en el injerto de cáñamo sobre pies de lúpulo. Inicialmente el proyecto pretendía establecer qué diferencias de rendimiento existen entre plantas de cáñamo y plantas injertadas de cáñamo sobre pies de lúpulo. Se pretende demostrar cuál sería el impacto en la transformación de las explotaciones de lúpulo que han perdido valor económico, debido a la competencia por el incremento de las múltiples explotaciones actuales del mismo cultivo. El proyecto contempla cómo sería viable la transformación de las explotaciones de lúpulo a la producción de cáñamo injertado sobre los mismos pies de lúpulo. Los ensayos realizados en este trabajo demuestran la compatibilidad en el injerto entre las dos especies.

## Abstract

The project arises from the need to take a step forward in the process of socially de-stigmatizing the hemp plant, in order to offer possible solutions to easing up some diseases or physical aches. Hence the idea of trying to offer an increase in the production yield of cannabinoid substances. From here is born the idea to apply techniques of grafts widely used in the fruit sector and increasingly used in the horticultural sector. The main purpose of this thesis is answering the question of whether it feasible or not to realize a graft between the plants *Cannabis sativa L.* and *Humulus lupulus L.* The report of the project details the techniques and methodology used in each and every one of the tests carried out on the hemp graft hops rootstock. Initially, the project aimed to establish what differences in yield exist between hemp plants and plants grafted with hemp on hop rootstocks. The aim is to demonstrate what would be the impact on the transformation of hop farms that have lost economic value, due to the competition for the increase of the multiple current farms of the same crop. The project contemplates how the transformation of hop operations into the production of hemp grafted on hops would be viable. The trials done in this paper prove the compatibility between the two species graft.

## Índex

1.	Introducció .....	5
1.1	Cànnabis.....	5
1.1.1.	Breu descripció morfològica .....	8
1.1.2.	Per què cànnem?.....	8
1.1.3.	Necessitats del cànnem.....	10
1.1.4.	Dades estadístiques.....	10
1.1.5.	Legislació del Cànnem .....	12
1.2.	Llúpol.....	13
1.2.1.	Breu descripció morfològica .....	13
1.2.2.	Per què llúpol?.....	14
1.2.3.	Necessitats del llúpol .....	15
1.2.4.	Dades estadístiques.....	15
2.	Objectius .....	16
3.	Assaig d'empelt de cànnem sobre peu de llúpol .....	16
3.1.	Interès i objectiu .....	16
3.2.	Material i procediment de l'assaig .....	17
4.	Resultats i discussió .....	22
5.	Conclusions de l'assaig .....	25
6.	Propostes de futur per completar la viabilitat de l'empelt.....	26
7.	Rendibilitat d'una explotació de llúpol. ....	28
7.1.	Cicle de cultiu .....	28
7.2.	Instal·lacions .....	28
7.3.	Adobat.....	28
7.4.	Aspratge .....	29
7.5.	Reg .....	30
7.6.	Collita.....	30
7.7.	Assecatge .....	30
7.8.	Costos de l'explotació .....	30
7.9.	Guanys i balanç .....	32
8.	Viabilitat d'una explotació amb l'empelt.....	33
8.1.	Cicle de cultiu .....	33
8.2.	Instal·lacions .....	33
8.3.	Adobat.....	33
8.4.	Reg .....	34
8.5.	Collita.....	34
8.6.	Assecatge .....	34
8.7.	Costos de l'explotació .....	34
8.8.	Guanys i balanç .....	36
9.	Conclusions de viabilitat .....	37
10.	Conclusions finals.....	37
11.	Bibliografia.....	38
12.	Annexos .....	40

## Índex de figures i taules

<b>Fig. 1.</b> Presentació de la planta de cànem. Adolph, 1879.....	5
<b>Fig. 2.</b> Molècula de THC.....	6
<b>Fig. 3.</b> Molècula de CBD .....	6
<b>Fig. 4.</b> Principals cannabinoides amb els seus corresponents efectes i afeccions. Font: Medical seeds. ....	7
<b>Fig. 6.</b> Estructura de la tija d'una planta de cànem. Adaptat de : François et al., 2003.....	8
<b>Fig. 5.</b> Estructura de la secció transversal de la tija d'una planta de cànem. Adaptat de : Schäfer et al., 2006.....	8
<b>Fig. 7.</b> Resum dels diferents múltiples usos del cànem. Font: Broten (2013) .....	9
<b>Fig. 9.</b> Producció de fibra de cànem a Europa. Font pròpia a partir de dades de la FAO.....	10
<b>Fig. 8.</b> Producció de fibra de cànem mundial. Font pròpia a partir de dades de la FAO .....	10
<b>Fig. 10.</b> Històric de producció, rendiment i superfície de cultiu de cànem per fibra a l'estat espanyol. Font pròpia a partir de dades del Mapama.....	11
<b>Fig. 11.</b> Representació de la planta de llúpol. Font: Adolph, 1879.....	13
<b>Fig. 13.</b> Producció de flor de llúpol a Europa. Font pròpia a partir de dades de la FAO. ....	15
<b>Fig. 12.</b> Producció de flor de llúpol mundial. Font pròpia a partir de dades de la FAO.....	15
<b>Fig. 14.</b> Producció de flor de llúpol a Espanya. Font pròpia a partir de dades del Mapama. ....	15
<b>Fig. 15.</b> Rizoma d'una planta de llúpol. Font: Vendolupulo.es .....	16
<b>Fig. 16.</b> Instal·lació de reg per automàtic per degoteig. ....	17
<b>Fig. 17.</b> Varietat de llúpols trasplantades a testos de 10 L.....	18
<b>Fig. 18.</b> Safata amb 100 llavors de cànem per la germinació en cambra. ....	19
<b>Fig. 19.</b> Plàntules de cànem seleccionades per l'assaig de l'empelt.....	20
<b>Fig. 20 (a dalt).</b> Material utilitzat per la realització de l'empelt. ....	21
<b>Fig. 21 (a baix).</b> Mostra d'un empelt. ....	21
<b>Fig. 23.</b> Cicatrització assolida de l'empelt de cànem sobre la varietat de llúpol H7 Leonés al cap de la primera quinzena. ....	22
<b>Fig. 22.</b> Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat de llúpol H7 Leonés al cap de la primera quinzena....	22
<b>Fig. 24.</b> Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat H7 Leonés al cap d'un mes. ....	23
<b>Fig. 25.</b> Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat Columbus al cap d'una quinzena.....	23
<b>Fig. 26.</b> Desenvolupament de la planta de cànem empeltada sobre llúpol de la varietat Columbus al cap d'uns mes.....	24
<b>Fig. 27.</b> Desenvolupament de la planta de cànem empeltada sobre llúpol de la varietat Columbus al cap d'uns mes.....	24
<b>Fig. 28.</b> Cicatrització de l'empelt al cap de dos mesos. ....	24
<b>Fig. 29.</b> Foto presa després d'un mes de la mort de la planta empeltada dessecada. ....	25
<b>Taula 1.</b> Producció, rendiment i superfície de cànem a l'Estat Espanyol l'any 2006 i 2014. ....	11
<b>Taula 2.</b> Usos de cànem per llavor a l'estat espanyol l'any 2006 i 2014. ....	11
<b>Taula 3.</b> Varietats de cànem industrial venudes per Agromag Ltd.....	12
<b>Taula 4.</b> Característiques físico-químiques del substrat principal empleat. ....	18
<b>Taula 5.</b> Principals característiques del vermicompost utilitzat.....	18
<b>Taula 6.</b> Codi decimal per els estats fenològics del cànem. ....	26
<b>Taula 7.</b> Nivell de fertilitat del sòl segons P i K. ....	28
<b>Taula 8.</b> Adobs de fons i manteniment de P segons nivell de fertilitat. ....	29
<b>Taula 9.</b> Adobs de fons i manteniment de K segons nivell de fertilitat.....	29
<b>Taula 10.</b> Costos variables per ha. ....	31
<b>Taula 11.</b> Estimació de la inversió de capital per ha. ....	31
<b>Taula 12.</b> Inversions, costos i beneficis d'una explotació de llúpol en 25 anys.....	32
<b>Taula 13.</b> Extracció de nutrients del sòl per part del cànem segons Berger, 1969 per la planta sencera i McEno, 1991 per la part de les flors.....	34
<b>Taula 14.</b> Costos variables per la implementació del empelt sobre una explotació de llúpol.....	35
<b>Taula 15.</b> Estimació aproximada de la inversió inicial per la implantació del cultiu.....	35
<b>Taula 16.</b> Inversions, costos i beneficis d'una explotació de cànem empeltat.....	36

# 1. Introducció

## 1.1 Cànnabis

El Cànnabis és una planta angiosperma, anual i dicotiledònia. Depenen de la varietat en tenim monoiques i dioiques.

Taxonòmicament la podem classificar de la següent manera segons Chase (1998):

Ordre: *Rosales*

Subordre: *Rosidae*

Família: *Cannabaceae*

Gènere: *Cannabis*

Espècie: *Cannabis sativa* L.

Aquesta espècie conté totes les varietats de cànnabis, no obstant encara hi ha controvèrsia en la taxonomia d'aquesta espècie en alguns casos.

Alguns autors la classifiquen en subespècies segons:

*Cannabis sativa* subespècie *sativa*

*Cannabis sativa* subespècie *indica*



Fig. 1. Presentació de la planta de cànnem. Adolph, 1879.

I segons les varietats de les subespècies:

Dins de la subespècie sativa podem trobar dos tipus de varietats; la *sativa* i la *spontanea*.

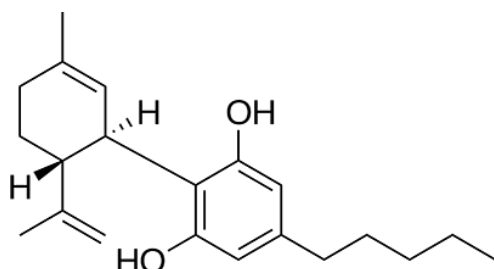
Dins de la subespècie indica podem trobar dos tipus més de varietats; la *indica* i la *kafiristanica*.

Existeixen molts tipus de Cànnabis. Avui a dia tots ells s'agrupen en una única família anomenada *Cannabaceae* del qual pertany el gènere *Cànnabis* i també el seu parent més proper, *Humulus*.

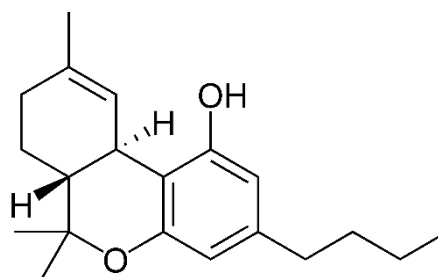
Per poder classificar totes aquestes varietats es va optar per un mètode bioquímic. Aquest mètode bioquímic separa les dues línies principals d'aquest gènere. El Cànnabis és l'única espècie al món que pot produir una sèrie de substàncies anomenades Cannabinoides. Dins dels cannabinoides podem posar de relleu dos tipus en concret que són els que produeix en major quantitat. La anomenada THC (delta-9 tetrahidrocannabinol) la qual és la principal molècula amb efectes psicoactius i la de CBD (cannabidiol) la molècula antipsicoactiva. Per tant podem diferenciar les dues línies principals del gènere Cànnabis en les que tenen un alt contingut percentual de THC respecte la quantitat de CBD i les que contenen un alt percentatge de CBD respecte el THC.



Observem les molècules de CBD i THC en les **Fig. 2 i Fig. 3**.



**Fig. 3.** Molècula de CBD



**Fig. 2.** Molècula de THC

El contingut en cannabinoides està determinat per la genètica de la planta. Aquest és un paràmetre estable per als genotips d'aquest gènere. En altres paraules, els gens encarregats en la producció d'aquests components poden patir mutacions, com tots, però aquests es mantenen molt estables generació rere generació.

És important posar de relleu els cannabinoides ja que aquests són objecte d'estudi. Principalment per el seu poder psicoactiu i terapèutic. A continuació i a mode de resum es mostren en la **Fig. 4** els efectes i afeccions d'alguns dels cannabinoides més coneguts.



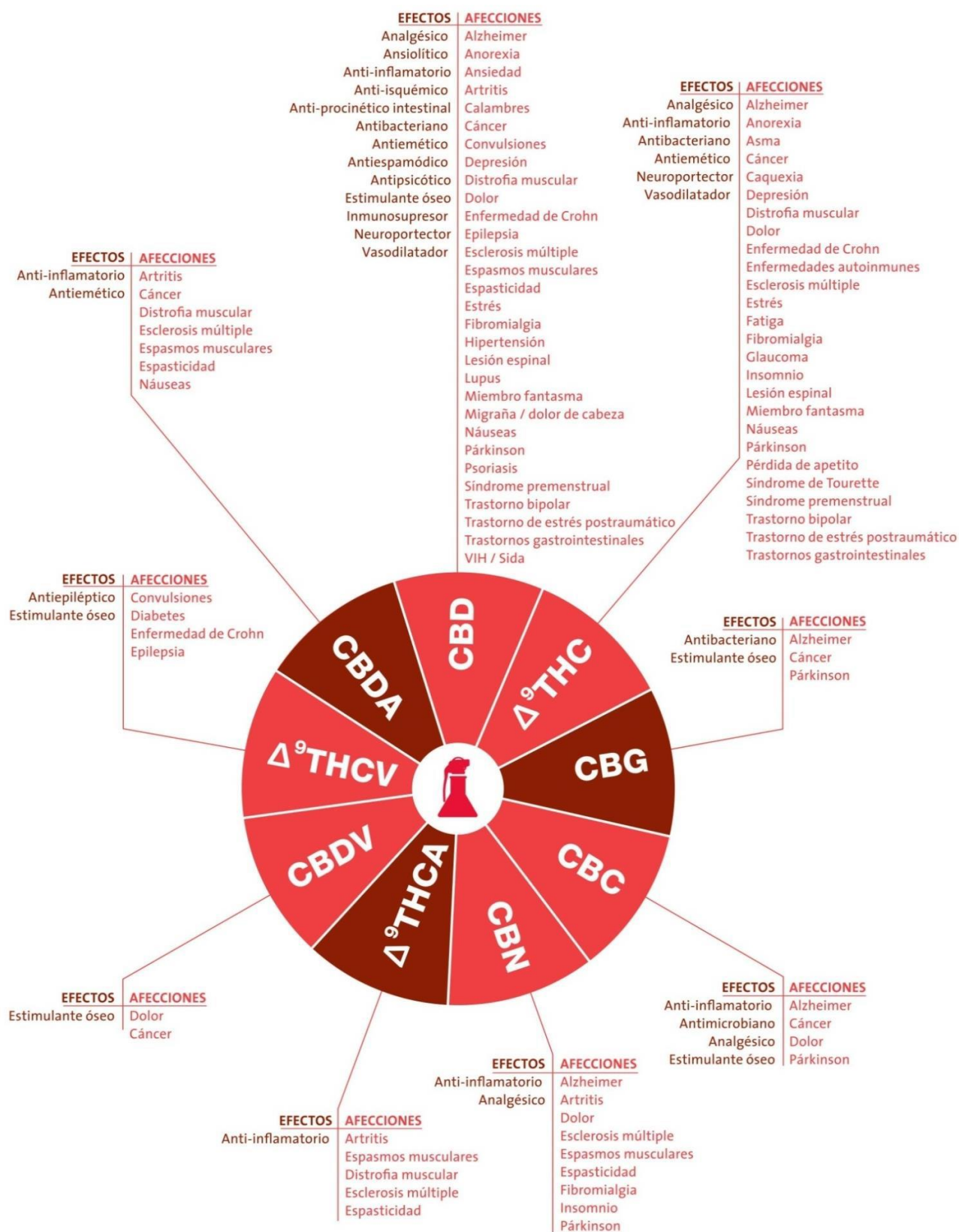
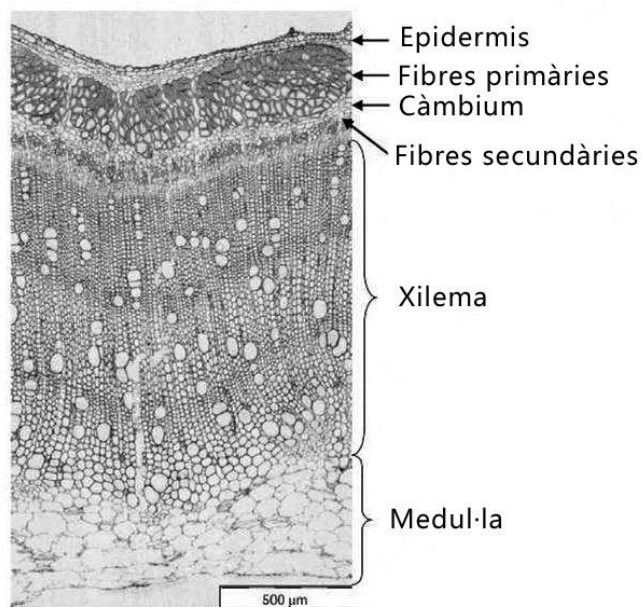


Fig. 4. Principals cannabinoides amb els seus corresponents efectes i afeccions. Font: Medical seeds.

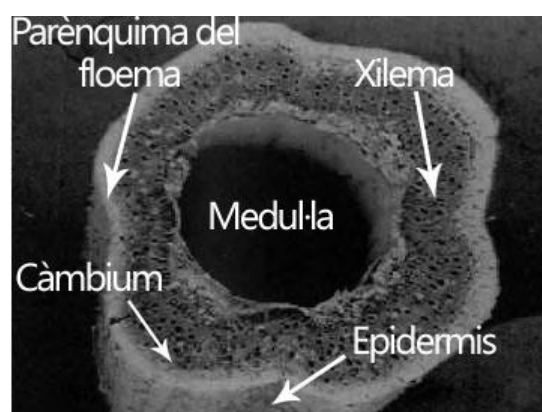
### 1.1.1. Breu descripció morfològica

El cànem és una planta d'una única tija erecta i buida sense ramificacions. Amb el seu tall apical, aconseguim desenvolupar les ramificacions. Pot arribar a una alçada de fins aproximadament 3,5 m. La seva disposició de les fulles és oposades a les fulles inferiors i alternes a les fulles superiors. Les fulles són pediculades i palmades, de 3 a 11 folíols dentats de fins a 12 cm de llarg.

Si analitzem morfològicament la secció transversal de la tija de la planta de cànem podem distingir diferents capes. Aquestes es mostren a les **Fig. 5** i **Fig. 6**.



**Fig. 6.** Estructura de la secció transversal de la tija d'una planta de cànem. Adaptat de : Schäfer et al., 2006.



**Fig. 5.** Estructura de la tija d'una planta de cànem. Adaptat de : François et al., 2003.

El sistema radicular del cànem està compost per una arrel principal pivotant. Aquesta pot arribar fins a una profunditat d'un metre. Les arrels secundàries es desenvolupen horitzontalment a partir de l'arrel principal, aquestes poden arribar a fer 2 m de diàmetre. És a dir, es poden desenvolupar fins a 1 m de distància horitzontal des de la tija.

### 1.1.2. Per què cànem?

Al 1889, l'explorador botànic George Watt va escriure sobre la distinció entre els tipus de cànnabis: "Unes poques plantes com la patata, el tomàquet, la rosella i el cànem semblen tenir el poder de créixer amb la mateixa luxúria sota gairebé qualsevol condició climàtica, canviant o modificant alguna funció important com per adaptar-se a la circumstància alterada. Tal com s'ha comentat, el cànem és possiblement l'exemple més notable d'això; produeix una valuosa fibra a Europa, mentre que mostra poca o cap tendència a produir el principi narcòtic, el qual a Àsia constitueix el seu valor principal" (West, 1998).

El Dr. Andrew Wright, agrònom per la Universitat de Wisconsin i investigador de la indústria del cànem en la primera meitat del segle XX va escriure al 1918 «Hi han tres tipus de cànem: Aquells que produeixen fibra, els que produeixen pinso i oli i els que produeixen droga (West, 1998).»

De fet, així s'ha demostrat al llarg de la història. Els múltiples usos del cànnabis són innegables. Entre els més destacats podem assenyalar l'ús lúdic per els seus efectes psicoactius, la producció de fàrmacs a partir dels seus components actius com el cannabidiol, la producció de material tèxtil i paper, olis i biocombustible cada cop amb més demanda i la producció de llavors per alimentació tant animal com per a la humana.



Quan parlem de cànem parlem d'una espècie en concret que s'ha utilitzat des de fa mil·lennis amb una diversitat d'usos més que notable. S'estima el seu ús a 10.000 anys enrere (Schultes et al., 1974). També s'han trobat llavors carbonitzades datades de fa 3.000 anys a.C. en un antic cementiri en territori de Romania, el qual podria indicar el seu ús per les seves propietats psicoactives. Aquestes són només algunes de les múltiples evidències del ús del cànnabis des de fa mil·lennis.

Com també hem comentat, el cànnabis s'utilitza per la indústria tèxtil i paper amb un més que notable augment de la venda de roba feta amb cànem. També podem trobar cordes molt resistents fetes únicament de cànem. Prova d'aquesta tendència a més de les dades oficials per part de la FAO, són el augment de nombroses empreses que es dediquen al sector.

En el sector ramader hem trobat també un augment en la producció de llavors de cànem destinada a l'alimentació del bestiar, així com en olis.

Una part significativa està destinada a la producció de fàrmacs, com per exemple el Sativex. Per altre banda també trobem empreses especialitzades en la producció de cremes d'ús cutani com per exemple per tal de pal·liar les molèsties de la psoriasis.

També comencem a veure bioplàstics a base de cànem i inclús l'ús del cànem a la bioconstrucció.

Valorant la part ambiental, s'ha observat al llarg de diferents períodes que el rendiment del cànem és molt positiu. Si comparem el rendiment en paper al costat de l'Eucaliptus podem identificar fàcilment que les necessitats d'aigua i el temps de creixement són molt menors que en el cas de l'Eucaliptus oferint un rendiment molt per sobre.

Per aquests motius i d'altres, el cànnabis està tornant a fer-se un lloc a diferents sectors comercials. A la **Fig. 7**. Podem observar un resum dels diferents usos que se li pot donar al cànem,

També hem pogut observar com al llarg de la història, el cànnabis s'ha vist perseguit per les polítiques de narcòtics per part de gairebé tots els països, sobretot al continent Europeu i Americà. Tal cosa va provocar una decaiguda en la producció de cànem per evitar el seu ús com a narcòtic.

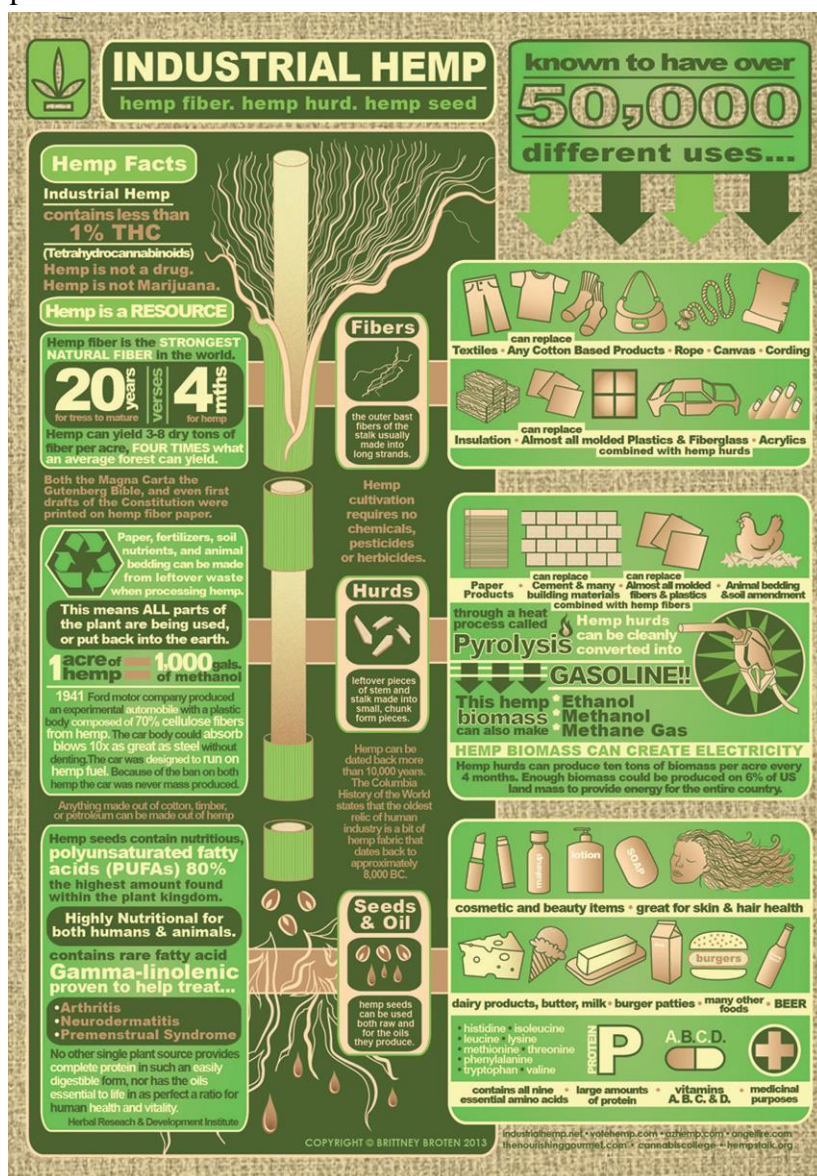


Fig. 7. Resum dels diferents múltiples usos del cànem. Font: Broten (2013)

### 1.1.3. Necessitats del cànem

Per un bon desenvolupament del cànem, aquest ha de créixer sempre lliure de gelades. Tot i que la germinació es pot donar en condicions de 0°C (Van der Werf et al., 1995), la temperatura ideal per afavorir el bon i ràpid desenvolupament de la llavor es troba a 24°C (Cepoiu, 1958). Les temperatures mínimes que poden suportar les plàntules és de -8 a -10 °C en un període de curta duració, mentre que les plantes adultes són més sensibles, suportant gelades de -5 a -6 °C de durada curta (Van der Werf et al, 1999), tot i que provoca una reducció considerable en l'alçada del cultiu.

El rang òptim de temperatures pel creixement del cultiu es va establir entre 5,6 a 27,5°C amb un òptim de 14,3°C (Duke, 1982). En cultius de hivernacles la temperatura més adequada es troba en un rang de temperatures de 21 a 27°C de dia i de 13 a 21°C de nit (Frank, 1988).

El cànem requereix unes necessitats altes de llum durant la primavera i en la segona fase de creixement (Clarke, 1999), no obstant a la fase de floració requereix menys llum per tractar-se d'una planta de nit llarga (Ranalli, 2004).

El volum requerits d'aigua del cultiu de cànem ronden entre els 250 fins a 400 mm per cycle de cultiu (Ranalli i Venturi, 2004). Tot i que alguns estudis han demostrat una necessitat hídrica superior de fins a 700 mm (Bòcsa i Karus, 1998) i de 535 mm (Lisson i Mendham, 1998). Les exigències hídriques són important, i més tenint en compte que aquesta es concentra a partir de l'aparició del cinquè parell de fulles fins a inici de floració, es a dir en aproximadament 42 dies.

El cànem és un cultiu que tolera molt poc la sequera. No prospera en sòls àrids ni en sòls saturats d'aigua o mal drenats.

Els nivells de CO<sub>2</sub> requerits pel cànem per assolir el seu pic de creixement són 5 o 6 cops més dels que es troben normalment a l'atmosfera amb valors de 10<sup>-6</sup> ppm (Frank, 1988).

### 1.1.4. Dades estadístiques

A partir de dades de la FAO podem observar i analitzar la producció de cànem mundial i Europeu al llarg dels anys.

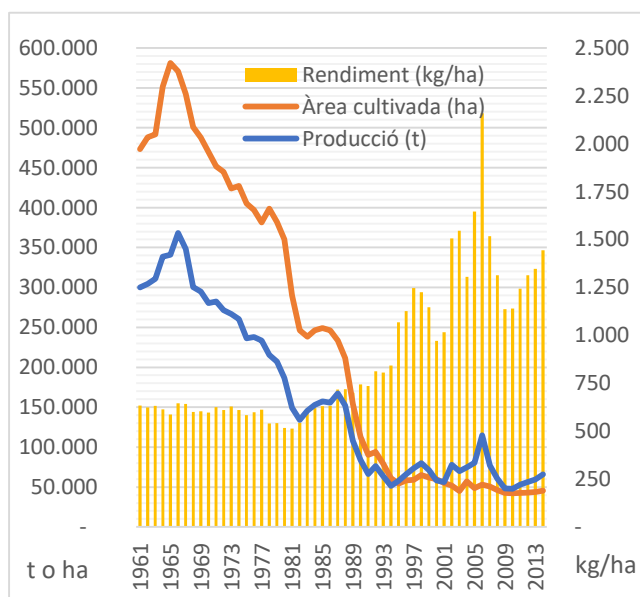


Fig. 9. Producció de fibra de cànem mundial. Font pròpia a partir de dades de la FAO

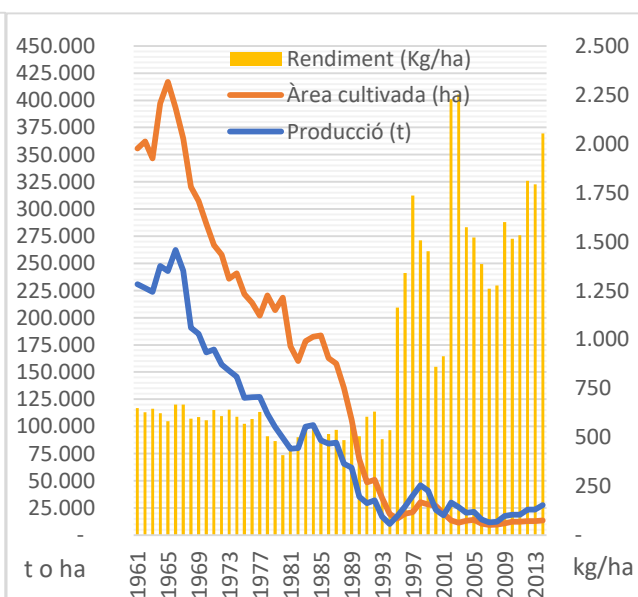


Fig. 8. Producció de fibra de cànem a Europa. Font pròpia a partir de dades de la FAO.

Amb les dades obtingudes del MAPAMA observem les dades sobre el cànem a l'Estat Espanyol.

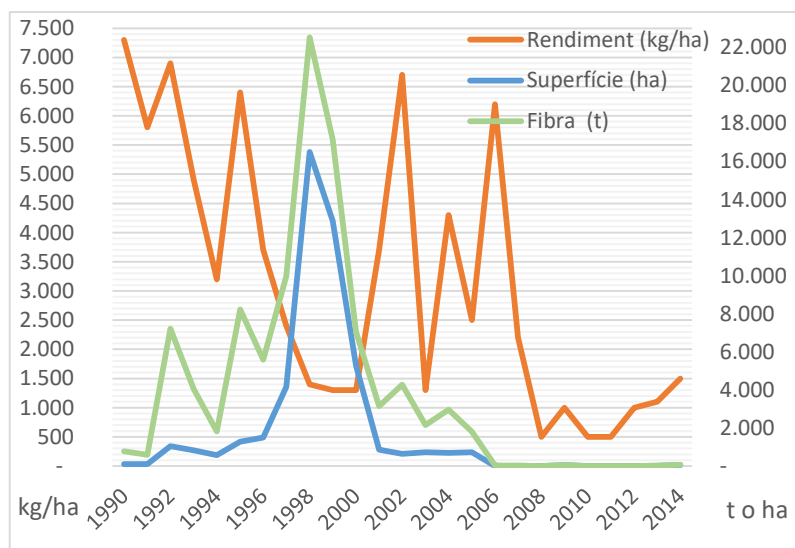
**Taula 1.** Producció, rendiment i superfície de cànem a l'Estat Espanyol l'any 2006 i 2014.

Any	Cultiu	Superfície (ha)			Rendiment (kg/ha)		Producció (t)
		Secà	Regadiu	Total	Secà	Regadiu	
2006	Cànem tèxtil (fibra)	3	2	5	4.333	9.000	31
	Cànem per llavor	-	24	24	-	800	19
2014	Cànem tèxtil (fibra)	1	45	46	600	1.533	70
	Cànem per llavor	16	10	26	600	350	13

**Taula 2.** Usos de cànem per llavor a l'estat espanyol l'any 2006 i 2014.

Any	Cultiu	Destí de producció (t)			Productes obtinguts en la molta	
		Llavor	Altres usos en gra	Molta	Oli	Farina
2006	Cànem per llavor	-	-	19	4	12
2014	Cànem per llavor	2.154	-	-	-	-

Tot seguit observem a la **Fig. 10.** l'històric de les dades de cànem a l'Estat Espanyol.



**Fig. 10.** Històric de producció, rendiment i superfície de cultiu de cànem per fibra a l'estat espanyol. Font pròpia a partir de dades del Mapama

No obstant hem de fer referència a les incongruències obtingudes per les dades del MAPAMA. Aquestes són confuses i en ocasions es contradiuen i per tant podem prendre les dades per irrelevants.

## 1.1.5. Legislació del Cànem

Cada país estableix les seves pròpies lleis sobre el cultiu de cànem. A Espanya i a la Unió Europea, les bases per poder cultivar cànem industrial estableixen que el contingut de THC de les genètiques cultivades han de ser iguals o inferiors al 0,2% a partir de la campanya 2000/01.

Per l'assaig hem utilitzat la varietat Tiborszálási. A continuació observem algunes de les característiques de algunes de les varietats més utilitzades a la zona europea.

**Taula 3.** Varietats de cànem industrial venudes per Agromag Ltd.

Varietat	Temps de cultiu (dies)*	Tipus	Rendiment en llavor	Pes de llavor (1000) (g)	Rendiment en tija	Contingut en fibra (%)	Qualitat de la fibra	Contingut en THC (%)	Contingut en CBD en flors (%)
KC Zuzana	90	Monoica	Molt bo	14-15	Mig	23	Bona	<0,2	0,9-1,9
Fibrol	100	Monoica	Bo	13-14	Mig	23-24	Mig	<0,2	0,7-2,5
Monoica	110	Monoica	Molt bo	17-30	Bo	25	Bona	<0,2	0,6-2,1
Tiborszálási	110	Dioica	Mig	19-22	Molt bo	26-28	bona	<0,2	0,7-1,5
Tisza	110	SC Híbrida	Bo	20	Molt bo	25-28	Mig	<0,2	0,6-2,0
Uniko-B	110	SC Híbrida	Molt bo a generació F1	18-20	Excepcional	27	Bona	<0,2	0,9-1,5
Cannakomp	115	TC Híbrida	Molt bo a generació F1	18	Excepcional	26-28	Molt bona	<0,2	0,9-1,5
KC Dóra	120	Monoica	Bo	16-18	Excepcional	24-26	Bona	<0,2	0,8-1,8
KC Virtus	120	SC Híbrida	Bo	19-20	Molt bo	27,5	Mig	<0,2	1,0-1,8
Lipko	120	TC Híbrida	Molt bo	17	Bo	24	Bona	<0,2	1,2-1,9
Komploti	130	Dioica	Baix	19-21	Excepcional	27-30	Bona	<0,2	1,1-2,9
Kompolti Híbrid-TC	135	TC Híbrida	Mig	19	Excepcional	26	Bona	<0,2	1,0-2,0

\*Per fibra (per llavor es necessiten 3-4 setmanes més)

SC Híbrida: F1 unisexual, F2 Dioica

TC Híbrida: Tres vies híbrides creuades; la generació F2 del segon creuament no pot ser sembrada.



## 1.2. Llúpol

És una planta perenne dioica que perd la seva part aèria quan entre en període hivernal. Les parts aèries rebroten pel rizoma que actua com òrgan de reserva. Les diferents tiges poden arribar a fer uns 12 m de llargada pel qual es necessari un sistema de tutoratge.

Taxonòmicament es classifica de la següent manera segons Carl Linnaeus (1753):

Ordre: *Rosales*

Subordre: *Rosidae*

Família: *Cannabaceae*

Gènere: *Humulus* L.

Espècie: *Humulus lupulus* L.

Dins de l'espècie del llúpol podem distingir quatre varietats. Aquestes són:

var. *lupuloides*

var. *lupulus*

var. *neomexicanus*

var. *Pubescens*

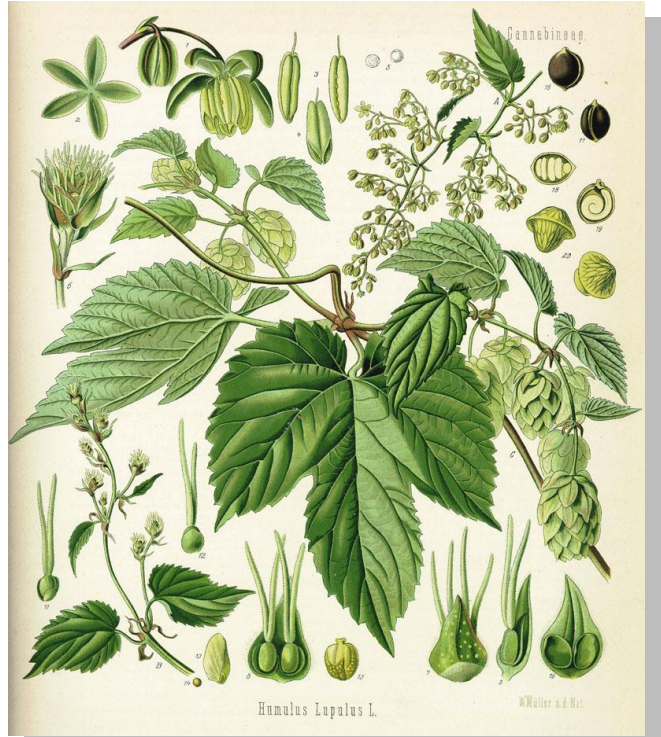


Fig. 11. Representació de la planta de llúpol. Font: Adolph, 1879.

El llúpol s'ha utilitzat en la elaboració de cervesa a partir del segle XV. A més a més de l'ús en l'elaboració de la cervesa, actualment s'utilitza com a planta medicinal i en alguns països s'utilitza com aliment en forma d'espàrrecs, que són els brots joves emergents del rizoma.

En les primeres tres dècades del segle XX a Espanya encara s'utilitzava genètiques de llúpol silvestre com a cultiu de la flor. Aquestes proporcionaven rendiments molt baixos però els principals productors de llúpol procedien del centre de Europa on aquests, preferien importar el llúpol del seu país d'origen en comptes d'implantar nous cultius.

No és fins l'any 1915 on D. Leopoldo Hernández Robredo a Galícia comença a desenvolupar certs assajos amb llúpol a la Granja Escuela Experimental a La Coruña, fets que desencadenen l'interès del cultiu del llúpol a Espanya.

### 1.2.1. Breu descripció morfològica

Des de el punt de vista de producció industrial, solament es cultiven els peus de llúpol del gènere femení. Les plantes masculines només s'utilitzen per investigació i millora de varietats.

Posseeix una tija pilosa de color generalment verd i/o violeta i de secció generalment hexagonal que creix en sentit dextros. És de un fort creixement apical on la tija pot arribar a estendre's uns 12 m sobre un tutor. No posseeix circells per poder trepar sinó que està proveïda de tricomes rígids que l'ajuden a subjectar-se.



Les fulles son aspres, oposades, peciolades, palmejades amb tres o cinc lòbuls i estípules a la base dels pecíols.

Les flors masculines es troben a les axil·les de les fulles superiors disposades en raïms ramosos i irregulars les quals desenvolupen un fruit en forma d'aqueni. Les flors femenines es reuneixen en aments i són aquestes les que s'utilitzen en l'elaboració de la cervesa.

L'arrel de llúpul por arribar fins aproximadament uns 3 m laterals i fins a uns 2 m de profunditat. Podem dividir l'arrel del llúpul en dues parts, les arrels laterals que es troben a uns 20 -30 cm de profunditat i la part pivotant que s'ocupa d'explorar el sòl més profund

#### 1.2.2. Per què llúpul?

El primer motiu es fa evident, el llúpul, *Humulus lupulus L.* forma part de la mateixa família que el cànem. La família de les Cannabaceae. Aquest és el principal motiu que ens porta a provar un empelt entre les dues espècies. Del desenvolupament d'aquest empelt, fins a la data d'avui, no hi ha cap referència ni evidència científica de la seva prova i/o compatibilitat.

El llúpul com hem dit, és una planta perenne que perd la seva part aèria en període hivernal. En canvi el cànem és una planta anual. Això ens ofereix la possibilitat de poder empeltar i collir les flors de cànem any rere any amb la mateixa arrel de llúpul.

Sí ens remuntem als últims 40 anys, el cultiu del llúpul sempre ha mantingut una tendència al increment en el marc mundial. A Europa en canvi, les produccions han decaïgut respecte als últims 20 anys a gairebé la meitat de la producció.

Tot i així, a Europa es produeix el doble de llúpul que de cànem. A Espanya, degut a les últimes ampliacions de la UE a passat de ser la quarta productora a la setena posició en Europa.

Aquest factor ens obre una nova via d'explotació en els cultius que han perdut gran part del seu rendiment econòmic transformant la explotació de llúpul en una de cànem empeltat per flor o llavor.

En la transformació d'una explotació de llúpul a cànem empeltat no hauríem de substituir les instal·lacions i maquinària, donat que aquestes ens servien per la producció del cànem i a més a més per altre banda ens permetria l'aprofitament de les arrels de llúpul que s'han desenvolupat en el terreny.

Un altre alternativa seria la producció de llúpul i cànem, alternant les produccions de totes dues espècies cada any o fins i tot el seu cultiu simultani per línies o parcel·les. També ens ofereix experimentar fins a quin punt és possible el cultiu de cànem empeltat en hivernacle i si es viable aconseguir dos cultius o més a l'any, un de cànem sota hivernacle en període hivernal i de les flors de llúpul en períodes estiuencs. Les possibilitats a una conversió que contempla llúpul i cànem empeltat doncs, són varies.

### 1.2.3. Necessitats del llúpol

El cultiu de llúpol tolera temperatures d'hivern de fins a  $-20^{\circ}\text{C}$  degut a que la part aèria és inexistent quan entra en període hivernal. No obstant les gelades per sota dels  $-5^{\circ}\text{C}$  provoquen la mort dels brots joves.

Les temperatures per sobre de  $35^{\circ}\text{C}$  no tenen efectes negatius si la planta disposa d'aigua (Burgess, 1964). El cycle de cultiu però, és més curt en zones on les temperatures primaveral i estiuenques són més altes.

Les necessitats hídriques s'accentuen durant el seu període vegetatiu on els màxims requeriments es donen en els mesos de Abril-Maig i durant la floració al mes de Juliol. El 75-80% del total d'aigua consumida per la planta es dona entre mitjans de Juny i principis d'Agost. Segons el CIAM amb un sistema de regadiu localitzat el volum de la despesa d'aigua es disminueix al 50% respecte al mètode per inundació. Per tant el total del volum d'aigua es col·loca per sota dels  $250 \text{ L/m}^2$ . El pH adequat per la correcta absorció de nutrients oscil·la entre 6,0 i 6,5.

### 1.2.4. Dades estadístiques

Tot seguit observem algunes dades en forma de gràfic a la zona Europea i a nivell mundial a partir de dades extretes del FAOSTAT.

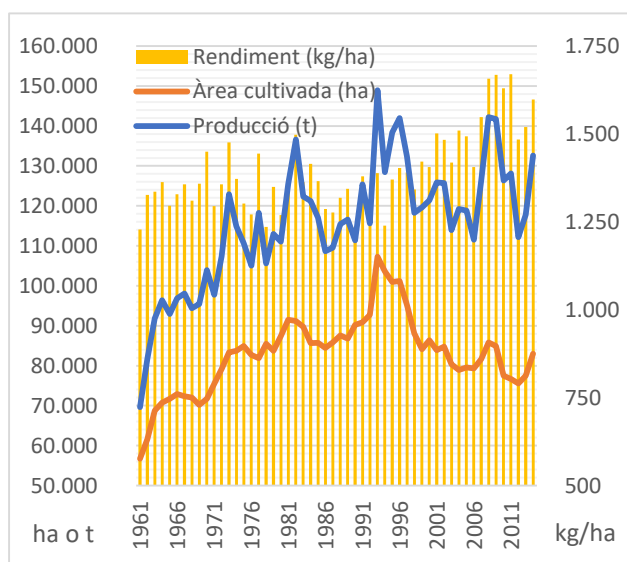


Fig. 13. Producció de flor de llúpol mundial. Font pròpia a partir de dades de la FAO.

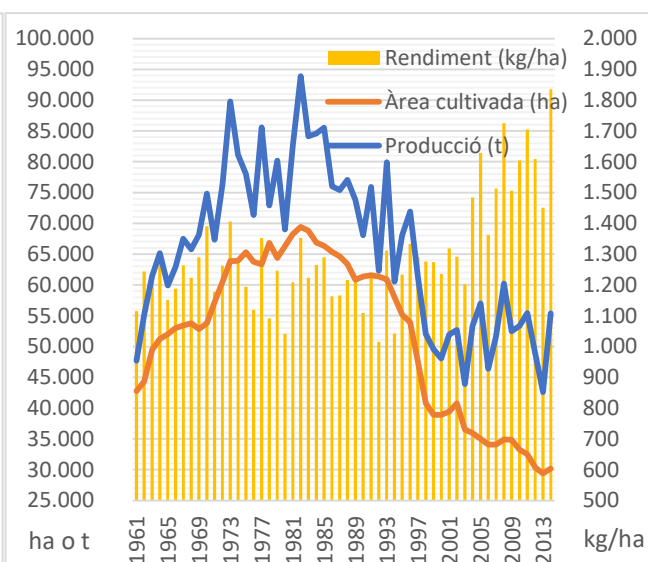


Fig. 12. Producció de flor de llúpol a Europa. Font pròpia a partir de dades de la FAO.

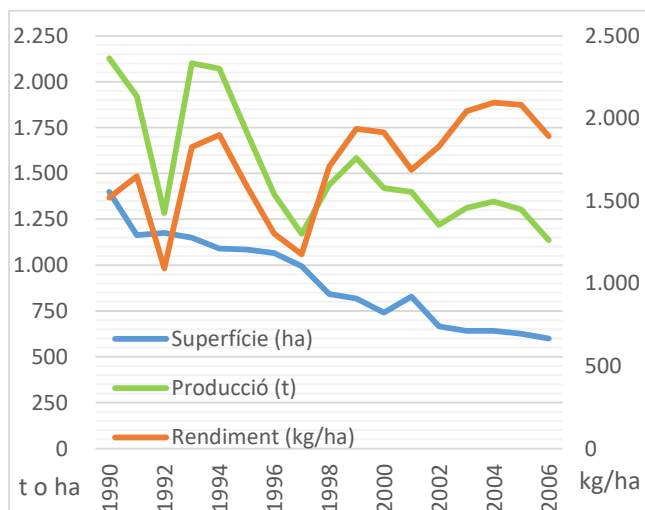


Fig. 14. Producció de flor de llúpol a Espanya. Font pròpia a partir de dades del Mapama.

## 2. Objectius

El principal objectiu del treball és posar a prova la viabilitat i el grau de compatibilitat de l'empelt entre dues espècies de la mateixa família. Aquestes són el llúpol i el cànem, donat que totes dues pertanyen a la família de les Cannabaceae.

Com a objectius secundaris, un cop comprovada la viabilitat de l'empelt es vol contrastar si l'empelt en qüestió és més o menys productiu que un esqueix de cànem sense empeltar.

També es vol posar a prova quina quantitat de plantes empeltades de cànem pot suportar un únic peu de llúpol i observar les diferències de rendiments entre les mateixes plantes empeltades.

En tercer lloc, en el treball es vol posar de manifest fins a quin grau és viable una explotació amb els empelts de cànem sobre llúpol mitjançant dades de diferents explotacions de tots dos cultius per separat.

## 3. Assaig d'empelt de cànem sobre peu de llúpol

### 3.1. Interès i objectiu

Es conegut el parentiu entre les plantes de cànem i llúpol des de fa molts anys. Totes dues pertanyen a la mateixa família de les Cannabaceae. No obstant, fins a dia de avui no hi apareix cap tipus de referència o evidències científiques que s'hagi provat la compatibilitat d'un empelt entre les dues espècies.

L'arrel del llúpol pot arribar fins a 2 metres de profunditat i fins a 6 metres de diàmetre, és a dir 3 m en sentit horitzontal des de la tija. Aquesta consta de dues parts ben diferenciades, la part pivotant on s'hi troben les gemmes i brots i un altre part més profunda responsable del desenvolupament de l'arrel i emmagatzematge de nutrients. Això suposa un volum de 18 m<sup>3</sup>. En canvi l'arrel del cànem aproximadament acostuma a fer un metre de profunditat per 2 de diàmetre, amb un volum total de 1 m<sup>3</sup>. És aquí precisament on resideix l'interès en l'assaig de l'empelt entre les dues espècies. L'arrel de llúpol doncs, pot arribar a ser 18 vegades més gran que l'arrel del cànem.

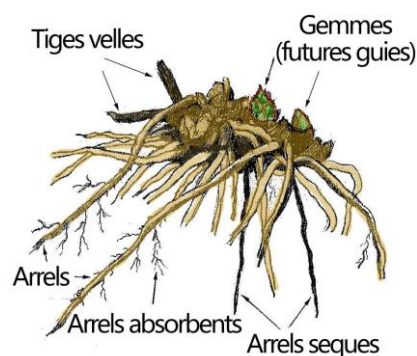


Fig. 15. Rizoma d'una planta de llúpol. Font: Vendolupulo.es

L'objectiu no és altre que la realització d'un empelt entre dues plantes de la família Cannabaceae. Amb el llúpol (*Humulus lupulus* L.) com a portaempelt i el Cànem (*Cannabis sativa* L.) com la part aèria d'aquest assaig.

L'*Humulus lupulus* L. s'utilitza com a portaempelt, ja que l'arrel d'aquest és considerablement més vigorosa que la del cànem. El llúpol és una planta anual que perd la seva part aèria quan entra en període hivernal. Les plantes de llúpol en estat salvatge poden arribar a tenir una vida d'uns 50 anys, mentre que en una explotació intensiva tenen una vida mitja d'uns 25 anys.

El cànem serà l'empeltat, desenvolupant així la part aèria sobre el llúpol. Això ens permetrà realitzar

empelts i collites anuals de cànem sense haver de treballar necessàriament el sòl. Mantenint d'aquesta manera cultiu rere cultiu la mateixa arrel.

De l'espècie empeltada, és a dir, el cànem, principalment ens interessa obtenir material vegetal i especialment els cannabidiols anomenats CBD continguts en la flor. Un altre possible producte objecte d'estudi seria la producció de llavor en base a plantes empeltades en llúpol.

Amb la confirmació de l'empelt es busca un increment de producció en flor degut a la vigrositat que se li atribueix per part de l'arrel de la planta de llúpol.

Per poder concloure si la planta realment guanya vigor envers una planta no empeltada, es realitzarà un esqueix per cada empelt realitzat. Es a dir, de la planta de cànem extraurem dos esqueixos el més semblants possibles. Gràcies a que la planta de cànem conté 2 ramificacions per cada nus, aprofitarem aquestes ramificacions per poder utilitzar una per l'empelt i l'altre per esqueix. D'aquesta manera garantim una homogeneïtat genètica per tal de que es puguin comparar resultats entre l'empelt i l'esqueix. Aquests dos esqueixos han de contenir el mateix número de fulles i la mateixa llargada de tija.

Es volen valorar paràmetres com la llargada i el diàmetre de la tija, la mida i el número de fulles, número de gemmes generades i viables, la quantitat de massa vegetal desenvolupada diferenciant tiges, fulles i flors i la quantitat de CBD obtingut en cada un dels casos. També s'observarà la quantitat de recursos hídrics utilitzats en cada cas.

### 3.2. Material i procediment de l'assaig

En el següent apartat es mostren les finalitats, materials i procediments utilitzats en cada una de les etapes de l'assaig per tal de fer viable l'empelt objecte d'estudi.

Observem pas a pas cadascuna de les etapes de l'assagis realitzat per tal de posar de relleu la metodologia que s'ha utilitzat.

#### *1- Plantació del rizoma de llúpol*

**Finalitat:** Amb aquest procediment es pretén desenvolupar correctament el rizoma de cinc plantes de llúpol de diferents varietats en diferents testos amb reg automàtic.

**Material:** El material per desenvolupar correctament la plantació del rizoma és el següent:

- 5 testos de 10 L
- Substrat orgànic compostat
- Vermicompost
- Reg automàtic



**Fig. 16.** Instal·lació de reg per automàtic per degoteig.

Per al desenvolupament del rizoma hem utilitzat un substrat principal i un vermicompost de les característiques que es mostren a continuació:

**Taula 4.** Característiques físico-químiques del substrat principal empleat.

Característiques físico-químiques		
Paràmetre	Unitat	Valor
NPK	%	14-7-16
Matèria orgànica	% s.m.s.	47-65
pH	-	6-7,5
EC	mS/m	30-100
Densitat aparent	kg/m <sup>3</sup>	290-410
Granulometria (%): $\phi < 10\text{mm} \geq 95$		
Classe A		

**Taula 5.** Principals característiques del vermicompost utilitzat.

Característiques físico-químiques		
Paràmetre	Unitat	Valor
NPK	%	2,8-0,45-2,13
Matèria orgànica	% s.m.s.	50-90
pH	-	7,09
Relació C/N	-	12
Càrrega bacteriana	-	2 bilions/gr

Material vegetal:

- Rizoma de llúpol de 5 varietats diferents:
  - Nugget
  - H7 Leonés
  - Magnum
  - Columbus
  - Tett nang

Podem observar la fitxa tècnica de cadascuna de les varietats al apartat de **Annexes**.



**Fig. 17.** Varietat de llúpols trasplantades a testos de 10 L.

Per la plantació i desenvolupament del rizoma del llúpol s'ha utilitzat l'hivernacle de l'escola. Les condicions mitjanes han estat de 25°C i una humitat relativa del 65% amb unes temperatures mínimes de 22 °C i màximes de 32 °C.



### Procediment:

1. Preparar 5 testos de 10 L i col·locar substrat fins a uns 30 cm del màxim volum del test. Afegir aproximadament 500 gr de vermicompost.
2. Assegurar-se de que el substrat ocupi els espais buits però sense que compacti.
3. Regar el substrat lentament i observar el correcte drenatge.
4. Col·locar el rizoma amb les gemmes a la part més superior del rizoma i cobrir amb més substrat. Aplicar un altre reg. Repetir el procés amb els altres quatre testos.
5. Mantindrem el cultiu amb reg automàtic.
6. Deixem el llúpol en període vegetatiu en el mateix test per 5 mesos on anirem observant el seu correcte desenvolupament.

### 2- Germinació del cànem

**Finalitat:** Germinació de l'espècie *Cannabis Sativa L.* en les condicions òptimes per tal d'obtenir els individus més vigorosos i sans del lot.

**Material:** El material per la germinació de les llavors de cànem és el següent:

- Safata de paper d'alumini de 8\*10 cm
- Paper de cuina
- Cambra de germinació
- Pincet metàl·liques

Material vegetal:

- 100 llavors de cànem de la varietat Tiborszálási.



**Fig. 18.** Safata amb 100 llavors de cànem per la germinació en cambra.

### Procediment:

1. Netejar i desinfectar la safata amb NaClO (lleixiu). Introduir el material 10-15 segons en una solució de hipoclorit sòdic al 1%. Deixar evaporar durant 15 min.
2. Col·locar un paper a la safata d'alumini i humitejar el paper sense que arribi a quedar basses d'aigua.
3. Col·locar 100 llavors de cànem amb les pincet metàl·liques sobre la safata.
4. Aplicar un paper per sobre de les llavors de manera que les cobreixi totes. Humitejar el paper evitant que es formin basses d'aigua.
5. Introduir la safata a la cambra de germinació. La cambra es troba sense llum a una temperatura de 24°C i una humitat relativa del 80%.
6. Revisar diàriament la safata per evitar la seva dessecació.
7. Fer el control de les llavors que germinen diàriament i acumulades durant una setmana.
8. Seleccionar les llavors més vigoroses.

### 3- Trasplant i creixement del cànem

**Finalitat:** Mantenir les millors condicions pel correcte desenvolupament vegetatiu del cànem, per tal de poder extreure'n esqueixos i realitzar els empelts corresponents.

**Material:** A continuació es mostra el material necessari pel creixement de les plantes mares de cànem:

- Testos de 1 de 5 i 10 L
- Substrat orgànic compost
- Vermicompost
- Reg automàtic

Material vegetal:

- Plantes mares de cànem fruit de la germinació de les llavors de la varietat Tiborszálási.



**Fig. 19.** Plàntules de cànem seleccionades per l'assaig de l'empelt.

**Procediment:**

1. Trasplantem les plantes més vigoroses de cànem en testos de 1 L a l'hivernacle. Posar una única planta per test. Per als trasplants utilitzarem el mateix substrat que amb les plantes de llúpol.
2. Posar un test d'un litre amb substrat orgànic compostat. Assegurar-se de que el substrat ocupi tot el volum del test sense que compacti.
3. Aplicar un reg a poc a poc fins al drenatge. Realitzar un forat amb un llapis al centre del substrat del test. Col·locar la plàntula al forat i tancar amb més substrat. Repetir el mateix procediment per 9 plàntules més. Mantenir la resta de plàntules en un test de 10 L com a material de reserva prudencial en cas d'emergència.
4. Mantenir les plantes en els testos d'1 L fins que la part radicular hagi ocupat tot l'espai possible. Aleshores fem trasplantaments a testos de 10 L seleccionant les cinc plantes més vigoroses.
5. Realitzar un seguiment setmanal de la correcta evolució del cànem fins transcorregut dos mesos.



#### 4- Realització d'esqueixos de cànem i del empelt en pua entre cànem i llúpol.

**Finalitat:** Realització del empelt de pua entre l'arrel del llúpol de cinc varietats diferents amb una única varietat de cànem. Paral·lelament per cada empelt entre les dues espècies, es realitza un esqueix de *Cannabis sativa* L. de la mateixa planta de cànem amb la que es realitza cada empelt. Aquest esqueix tindrà les mateixes condicions que la part empeltada.

##### Material:

- Bisturí
- Alcohol 96°
- Brida per aguantar l'empelt
- Pots de plàstic
- Test d'un litre
- Substrat orgànic compostat
- Mini hivernacle amb reg d'aspersió

##### Material vegetal:

- Plantes de llúpol de les varietats:
  - Nugget
  - H7 Leonés
  - Magnum
  - Columbus
  - Tett nang
- Plantes de cànem de la varietat Tiborszálási.



**Fig. 20 (a dalt).** Material utilitzat per la realització de l'empelt.

**Fig. 21 (a baix).** Mostra d'un empelt.

##### Procediment:

1. Prepararem un test d'un litre amb substrat orgànic i el regarem fins al drenatge.
2. Tallem amb el bisturí una de les dues branques per nus que conté la planta de cànem. Aquest tall ha de ser net i a pocs mil·límetres de la tija principal però sense deixar-ho massa arrambat. Aquesta branca preferentment serà la més jove.
3. Observem i anotarem la llargada de la tija de l'esqueix i el número de fulles que conté.
4. Trasplantem la nova planta al test d'un litre.
5. Mantindrem la planta amb reg automàtic en condicions òptimes pel seu desenvolupament. A una humitat del 80% i a un rang de Tª de 18 – 25 °C. Aquestes condicions les assolim dins del mini hivernacle amb reg per aspersió.
6. Submergim el bisturí sota l'alcohol en un got de plàstic per tal de desinfectar.
7. Deixem assecar el bisturí i tallem la tija de la planta de llúpol en diagonal. Realitzem el tall a uns 10 cm del substrat.
8. Realitzem un tall en diagonal i superficial sense arribar al xilema de la planta de llúpol a 2 cm del tall posterior.
9. Realitzem un tall diagonal a la branca oposada del primer esqueix de la planta de cànem.
10. Amb l'ajuda del bisturí retirem l'epidermis dels primers 10 mm de la tija de el clon que acabem de extreure de la planta mare de cànem.
11. Col·loquem l'esqueix dins del tall realitzat a la planta de llúpol de tal manera que els dos cànchims quedin en contacte entre sí. Aquest empelt s'anomena empelt en pua.
12. Observarem en el transcurs del temps l'evolució de la cicatrització de l'empelt així com el bon estat de la planta en general.

## 4. Resultats i discussió

L'assaig de l'empelt de cànem sobre llúpol ha donat resultats de compatibilitat. Es va escollir fer empelt en pua per ser el més senzill de realitzar i el més apropiat per aquestes espècies. A l'assaig de germinació vam obtenir el 98 % de les llavors germinades en el transcurs de 7 dies.

Des del dia 8 de juliol fins el 7 d'agost vam intentar reiteradament posar a prova la compatibilitat entre les dues espècies amb diversos assajos d'empelt. Després de efectuar set assajos només vam obtenir dues proves que confirmen la viabilitat de l'empelt. Una de les variables significatives del poc èxit dels empelts ha estat la manca de pràctica. Les varietats de llúpol que van acceptar l'empelt de cànem de la varietat Tiborszállási van ser les varietats de H7 Leonés i Columbus, en concret un assaig per cadascuna d'aquestes dues varietats de llúpol.

La idea principal era realitzar múltiples empelts i esqueixos de cànem, però degut a la manca de temps no es van poder realitzar tants assajos com es tenien previstos. Per aquest motiu no vam multiplicar per reproducció vegetativa el rizoma de cap llúpol, sinó que es va optar per deixar desenvolupar tantes tiges com fos possible de cada un dels rizomes per tal de disposar del màxim d'oportunitats possibles per desenvolupar correctament l'empelt.

Les plantes de llúpol prèvies a l'empelt es van deixar créixer lliurement amb totes les tiges disponibles per rizoma que van anar sorgint. Això va suposar uns diàmetres de tija variables entre les varietats disponibles de llúpol. En el cas de la varietat Columbus, el rizoma va desenvolupar dos tiges. En el cas de la varietat H7 Leonés van ser tres. Les varietats de Magnum, Nugget i Tettang van desenvolupar 2, 3 i 2 respectivament. La variació del diàmetre de tija de les plantes de llúpol no és un factor a priori que afecti a la compatibilitat de l'empelt, degut a que les parts aèries del cànem es van seleccionar amb una mida semblant a la de la tija del llúpol objecte d'empelt.

Degut a la baixa efectivitat en la realització de l'empelt no vam poder obtenir resultats comparatius amb esqueixos de cànem. Es per això que no es van mesurar els paràmetres dels esqueixos de cànem.

L'empelt sobre H7 Leonés va sobreviure un únic mes. Aquesta va morir per causes desconegudes.

La planta empeltada va començar a mostrar signes de marciment a les fulles als pocs dies de la realització de l'empelt.

A la **Fig. 22** es mostra quin era l'estat de les fulles de la planta empeltada al cap de la primera quinzena de l'empelt. A la **Fig. 23** es mostra la cicatrització de l'empelt.



**Fig. 23.** Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat de llúpol H7 Leonés al cap de la primera quinzena.



**Fig. 22.** Cicatrització assolida de l'empelt de cànem sobre la varietat de llúpol H7 Leonés al cap de la primera quinzena.

El 8 d'agost, és a dir, transcorregut un més de l'empelt, la planta mostrava els símptomes que es veuen a la **Fig. 24**, on podem veure les fulles totalment marcides. Probablement degut a la mala circulació dels vasos conductors del floema. La tija es va mantenir sempre en bon estat és això el que ens porta a pensar que el problema de circulació resideix només en sentit de circulació de la part aèria a l'arrel. Els motius de la mala circulació probablement han estat causats per una mala col·locació entre les dues plantes a l'hora de fer l'empelt, on les parts del càmrium no han pogut coincidir tant bé com exigeix la planta per mantenir-se en un bon estat i desenvolupar-se correctament.



**Fig. 24.** Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat H7 Leonés al cap d'un mes.

A partir d'aquest punt, la planta no va desenvolupar-se més i va acabar marcint-se.

Per altre banda, els resultats van ser més positius en l'empelt amb la varietat Columbus. En aquest cas, l'empelt va respondre molt bé a l'acceptació i cicatrització de la ferida.

No obstant a la primera quinzena de l'empelt, la planta també mostrava els mateixos símptomes però en menor quantitat, tal i com es mostra en la **Fig. 25**.



**Fig. 25.** Estat de l'empelt de cànem sobre la varietat Columbus al cap d'una quinzena.



Després de la primera quinzena l'empelt es va desenvolupar correctament i no va mostrar més signes de degeneració.

La planta de cànem empeltada va sobreviure durant dos mesos. A la **Fig. 26 i 27** podem observar la planta i el seu correcte desenvolupament transcorregut aquest temps.



**Fig. 27.** Desenvolupament de la planta de cànem empeltada sobre llúpol de la varietat Columbus al cap d'un mes.



**Fig. 26.** Desenvolupament de la planta de cànem empeltada sobre llúpol de la varietat Columbus al cap d'un mes.

En la **Fig. 28** es mostra la cicatrització de la planta empeltada sobre Columbus al cap de dos mesos de la realització de l'empelt.



**Fig. 28.** Cicatrització de l'empelt al cap de dos mesos.

Podem observar que el diàmetre de la tija de cànem en aquest cas ha superat a la del llúpol. Això es degut a que el rizoma de aquesta varietat va desenvolupar dues tiges simultànies abans de l'empelt, reduint considerablement el diàmetre de les tiges emergents.

Malauradament la planta va morir per un incident en el reg automàtic, el qual es va quedar sense bateria i la planta va morir deshidratada. Les condicions al hivernacle a setembre i 4 dies sense reg van ser suficients per provocar els nivells per sota del punt de marciment permanent.



**Fig. 29.** Foto presa després d'un mes de la mort de la planta empeltada dessecada.

## 5. Conclusions de l'assaig

A l'assaig de l'empelt podem ressaltar que la compatibilitat entre les dues espècies suggereix que és viable deixant de banda fins a quin grau es toleren els empelts entre les dues. A causa de la mort de la planta per deshidratació no s'ha demostrat fins a quin estat fenològic s'accepta l'empelt.

No s'ha pogut arribar a fer una comparació entre rendiment de plantes empeltades i esqueixos de cànem degut principalment a la falta de pràctica a l'hora de realitzar empelts. Aquesta manca de pràctica s'ha vist reflectida en el poc èxit d'acceptació en els múltiples assajos d'empelt que s'han realitzat.

Per conseqüència tampoc s'ha pogut comprovar fins a quantes plantes es podrien empeltar en un sol peu de llúpol amb resultats positius en termes de rendiment.

## 6. Propostes de futur per completar la viabilitat de l'empelt

Per poder completar el treball s'hauria de fer un estudi realitzant més empelts per observar el grau de compatibilitat de les plantes empeltades i esbrinar exactament si l'assaig supera tots els estats fenològics amb un bon desenvolupament de flors. S'hauria de utilitzar una varietat de cànem seleccionada per flor, en aquest cas hem utilitzar una varietat per fibra degut a que vam tenir algunes dificultats per aconseguir llavors certificades amb un nivell de THC per sota del 0,2%.

Mediavilla et al. (1998) va desenvolupar un codi decimal de quatre dígit (Taula 6), adaptant el codi proposat per Zadoks et al. (1974) per cereals, on l'utilitza per descriure diferents estadis fenològics del cànem.

**Taula 6.** Codi decimal per els estats fenològics del cànem.

Codi	Definició	Observacions
<b>Germinació i emergència</b>		
0000	Llabor seca	
0001	Radícula visible	
0002	Emergència del hipocòtil	
0003	Cotiledons desplegant-se	
<b>Estat vegetatiu</b> fa referència a la tija principal. Les fulles es consideren desplegades quant els folíols tenen al menys un cm de llarg.		
1002	1er. Parell de fulles	1 folíol
1004	2n. Parell de fulles	3 folíols
1006	3er. Parell de fulles	5 folíols
1008	4t. Parell de fulles	7 folíols
1010	5è parell de fulles	-
-	-	-
-	-	-
10xx	n parell de fulles	xx=2(n parell de fulles)
<b>Floració i formació de llavors</b> es refereix a la tija principal incloent les seves ramificacions.		
		Canvi de fil·lotaxis en la tija principal d'oposada a alternada. Distància entre els pecíols de fulles alternades de al menys 0,5 cm
2000	Punt GV	Sexe casi indistingible
2001	Primordi floral	
<b>PLANTA DIOICA</b>		
<b>Femelles</b>		
2200	Formació de flors	Primeres flors amb gineceu. Bràctees sense estilet
2201	Inici de floració	Estilet de les primeres flors femenines
2202	Floració	50% de les bràctees formades
2203	Primeres llavors dures	
2204	50% de les llavors dures	
2205	95% de les llavors dures	
<b>PLANTA MONOICA</b>		
2300	Formació de flors femenines	Formació de flors femenines
2301	Inici de floració femenina	Primers gineceus visibles
2302	Floració femenina	50% de les bràctees formades



2303	Formació de flors masculines	Primeres flors amb estambres tancades
2304	Floració masculina	Major part de les flors amb estambres oberts
2305	Inici de maduresa de llavors	Primeres llavors dures
2306	Maduresa de llavors	50% de llavors dures
2307	Fi de maduresa de llavors	95% de llavors dures
<b>Senescència</b>		
3001	Dessecació de fulles	Les fulles se assequen
3002	Dessecació de la tija	Les fulles cauen
3003	Descomposició de la tija	Alliberació de les fibres del floema

V. Mediavilla et al.,1998.

També s'hauria de realitzar paral·lelament l'assaig d'esqueixos de cànem per cada empelt realitzat per saber si la planta empeltada es capaç de guanyar vigor respecte una planta sense empeltar.

Un cop demostrades que les hipòtesis anteriors són certes, es podria optar per contemplar quina quantitat de plantes empeltades tolera un sol peu de llúpol mantenint un bon rendiment en flor per part del les plantes de cànem empeltades.

L'assaig es podria realitzar contemplant varietats seleccionades de llúpol encarades a un sistema radicular vigorós.

Es podria comprovar les malalties i plagues a les quals és més o menys sensible la planta empeltada, tant la part aèria com la part radicular.



## 7. Rendibilitat d'una explotació de llúpol.

Dins d'aquest apartat es pretén exposar a grans trets els costos, beneficis i rendibilitat mitjos d'una explotació de llúpol.

### 7.1. Cicle de cultiu

El marc de cultiu habitual per al llúpol acostuma a ser de 3 a 3,2 m entre línies amb una distància entre plantes de 1,1 a 1,5 m. Per un marc de 3\*1,5 m correspon una densitat de 2.220 plantes per hectàrea.

El llúpol comença el seu període hivernal al final de tardor com a conseqüència de la reducció de les hores de llum on esdevé la mort de la part aèria i del sistema radicular més fi. La planta retorna a la seva activitat a finals de l'hivern. Aquest cultiu s'adapta a gairebé tot tipus de sòls preferint terres més arenoses, franco o franco-argiloses on únicament el limita els terres excessivament argilosos.

La planta comença a brotar a mitjans de març i primers d'abril i quan aquests es contemplen per la superfície del sòl es procedeix a la poda. La poda es realitza per endarrerir el cultiu el suficient temps per evitar alguna possible gelada i per assegurar una explotació de llúpol el més uniforme possible en el temps. Aquesta requereix un estri per llaurar lateralment, seguidament un operari realitza la poda amb una desbrossadora de fusta de fins a 2 cm i finalment el rizoma torna a ser tapat amb una aporcadora.

### 7.2. Instal·lacions

En les explotacions de llúpol és necessari un sistema de tutoratge. Aquest tutoratge es coneix ordinàriament a l'Estat Espanyol com "alambrada". Aquesta està composta per línies de pals, normalment de fusta i de entre 5,5 a 7 m d'alçada. Per cada dues línies de pals trobem tres línies de cultiu entre els dos pals. Entre aquests pals es disposa un entramat de filferro galvanitzat a la part més alta.

### 7.3. Adobat

El pH més adient està entre 6,0 -6,5 (MAFF,2000), aquest és lleugerament àcid.

A la **Taula 7** podem observar els nivells de fertilitat del sòl segons el contingut en fòsfor i de potassi assimilables.

**Taula 7.** Nivell de fertilitat del sòl segons P i K.

Nivell	Fòsfor (mg/L) <sup>1</sup>	Potassi (mg/L) <sup>2</sup>
Molt baix	0-9	0-60
Baix	10-15	61-120
Mig	16-25	121-240
Alt	26-45	241-400
Molt alt	46-70	401-600
Suficient	>70	>600

<sup>1</sup>Mètode de Olsen (extracció en CO<sub>3</sub>HNa)

<sup>2</sup>Extracció en NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>

Es recomana que el nivell de fòsfor sigui molt alt i el potassi en un nivell alt (MAFF,2000)

A la taula que es mostra a continuació proposa les quantitats de abonat fosfòric de fons i manteniment, segons el nivell de fertilitat (MAFF,2000). S'estima que l'extracció mitja per collita sigui de 50-59 kg/ha de  $P_2O_5$  (Boux, 1980)

**Taula 8.** Adobs de fons i manteniment de P segons nivell de fertilitat.

Nivell	Nivell de fertilitat del P en mg/L					
	Molt baix	Baix	Mig	Alt	Molt alt	Suficient
De fons	250	175	125	100	50	0
Manteniment	250	200	150	100	50	0

En la **Taula 9** s'indiquen les quantitats d'adob potàssic en kilograms per hectàrea de  $K_2O$  de fons i manteniment segons el nivell de fertilitat (MAFF,2000). En aquest cas s'estima una extracció per collita de 181-209 kg/ha de  $K_2O$  (Boux,1980)

**Taula 9.** Adobs de fons i manteniment de K segons nivell de fertilitat.

Nivell	Nivell de fertilitat del P en mg/l					
	Molt baix	Baix	Mig	Alt	Molt alt	Suficient
De fons	300	250	200	150	100	0
Manteniment	425	350	275	200	100	0

Per als adobats nitrogenats es recomana 180-200 kg/ha per sòls més llimosos i 200-220 kg/ha de N per sòls arenosos (Boux,1980), repartits per sòls llimosos en:

- 2/3 en nitrat amònic després de poda
- 1/3 com nitrat a principi de Juny

I repartits en sòls arenosos en:

- 1/3 com nitrat amònic després de poda
- 1/3 com nitrat a finals de maig
- 1/3 com nitrat a principis de juny

#### 7.4. Aspratge

Es realitza la primera quinzena del mes de maig o abans si el desenvolupament de la planta ho demana. Aquesta tasca no està mecanitzada i és l'única del tot el procés de cultiu del llúpol.

El llúpol és de creixement fortament apical i es fins final de juny que no arriba fins al seu desenvolupament apical màxim. En aquest punt es desenvolupen les ramificacions lateral que culminaran amb la formació de la inflorescència. Aquesta dura aproximadament 10 dies on seran collides finalment a finals d'agost o a principi de setembre.

Les línies de cultiu requereixen cavalló per tal de facilitar les tasques que requereix el treball de les plantes adventícies.

### 7.5. Reg

El primer any es mantenen les plantes sense reg per tal de afavorir el desenvolupament de la part radicular de les plantes. A partir del segon any s'utilitza un sistema per degoteig.

La quantitat de reg com en qualsevol cultiu, depèn de diversos factors entre els quals podem destacar les necessitats hídriques, la composició del sòl o el clima i la meteorologia. No obstant com a valor mig per un sòl franco-argilós i per reg per degoteig necessitarem aproximadament uns 250 L/m<sup>2</sup> distribuïts en 3 o 4 aplicacions en un interval de temps de entre 15 a 20 dies.

### 7.6. Collita

El primer any de la implantació del cultiu, el llúpol no dona beneficis per collita. El segon any donarà entre el 50-65% de la seva capacitat i el tercer any la producció esperada serà del 65 al 100% de la capacitat de l'explotació.

La collita consisteix a tallar la tija a uns 30 cm del terra. Un cop carregades al remolc, les flors es poden separar de la resta de material vegetal a mà o amb un procés mecanitzat. El període de collita es situa entre el 25 d'agost fins el 20-25 de setembre.

### 7.7. Assecatge

L'assecatge de la flor te com objectiu disminuir del 75-80% d'humitat de la flor fins al 9-11% per tal de conservar les flors el màxim temps possible i facilitar les tasques posteriors de transformació.

Els assecadors de llúpol es basen en edificis tancats on les flors es dipositen en safates i s'injecta un corrent d'aire de 0,25 a 0,45 m/s i mai a una temperatura superior a 60-65°C.

### 7.8. Costos de l'explotació

Els costos de l'explotació d'aquest treball estan extrets, adaptats i resumits de F. Izu, 2013 i J. Marcos et al., 2011.

La rendibilitat de les explotacions es basen pràcticament en la relació d'ingressos per collita i costos per cultiu. La incidència en les explotacions de conceptes com amortització no són significatius degut a que les màquines peladores de les explotacions ja estan amortitzades. Es cert que alguns cultivadors no disposen de peladors o assecadors i per això comparteixen infraestructures.

En aquest apartat es mostren els costos aproximats d'una explotació de llúpol ja implantada, donat que començar una nova explotació tindria costos molt diferents. Aquesta nova explotació contempla noves plantes de llúpol. La operació del anàlisi de costos s'observa des de una perspectiva d'una explotació ja implantada degut a que la finalitat és la transformació de l'explotació de llúpol a cànem empeltat.

Donat que les varietats a Espanya es valoren pel seu contingut en alfa àcids, els ingressos estan condicionats per la quantitat d'aquest per kilogram. Com valor agafem el preu base de la campanya 2010 per una riquesa de 10% de alfa àcids a 4,07 €/kg de flor seca. Conforme aquest preu, els ingressos bruts mitjos per hectàrea de collita del 2010 van ser de 8.695 €.

Els costos de producció per la campanya van ser de 4.209 €/ha (**Taula 10**). Els costos fixos de l'explotació van ascendir a 1.268 € (plaguicides, manteniment de maquinaria, assegurances i arrendaments).

A la següent taula podem observar els costos per les operacions de cultiu.

**Taula 10.** *Costos variables per ha.*

Costos variables	Preu (€/ha)
Fertilitzants	813
Plaguicides	488
Material de tutoratge	210
Subministres (gasoil, electricitat, lubricants...)	862
Manteniment de maquinària	300
Assegurances (collita i maquinària)	230
Mà d'obra (tutoratge, collita...)	1.056
Arrendaments	250
<b>Total</b>	<b>4.209</b>

A la següent taula s'estima la inversió que s'hauria de fer per una explotació moderna per hectàrea sobre una explotació ja existent de cultiu de llúpol.

**Taula 11.** *Estimació de la inversió de capital per ha.*

Concepte	€/ha
Instal·lació	5.965
Preparació del terreny	380
Material vegetal	1.485
Sistema de reg	2.500
Mà d'obra	1.600
Maquinària	2.080
Tractor de 72 cv	-
Cultivador	-
Abonadora centrífuga	-
Podadora	400
Atomitzador de 1000L	-
Bomba de reg	480
Talladora i remolc	1.200
Assecadora	3.000
<b>Total</b>	<b>11.045</b>

La implantació del sistema de reg es contempla degut a que la gran majoria de finques de llúpol encara utilitzen un sistema de reg per inundació.

### 7.9. Guanys i balanç

L'avaluació aproximada econòmica del projecte es mostra en la taula que es mostra a continuació en una durada de 25 anys, ja que aquesta és la vida mitjana útil de les plantes de llúpol en una explotació intensiva.

**Taula 12.** *Inversions, costos i beneficis d'una explotació de llúpol en 25 anys.*

Anys	Inversió (€)	Costos d'explotació (€)	Ingressos (€)	Balanç (€)
0	11.045	1.268	0	- 12.313
1		4.209	5.652	1.443
2		4.209	7.391	3.182
3		4.209	8.695	4.486
4		4.209	8.695	4.486
5		4.209	8.695	4.486
6		4.209	8.695	4.486
7		4.209	8.695	4.486
8		4.209	8.695	4.486
9		4.209	8.695	4.486
10		4.209	8.695	4.486
11		4.209	8.695	4.486
12		4.209	8.695	4.486
13		4.209	8.695	4.486
14		4.209	8.695	4.486
15		4.209	8.695	4.486
16		4.209	8.695	4.486
17		4.209	8.695	4.486
18		4.209	8.695	4.486
19		4.209	8.695	4.486
20		4.209	8.695	4.486
21		4.209	8.695	4.486
22		4.209	8.695	4.486
23		4.209	8.695	4.486
24		4.209	8.695	4.486
25		4.209	8.695	4.486
Total	11.045	106.493	213.028	95.490
TIR	10%			

Així doncs, al cap de 25 anys tenim uns beneficis nets de uns 95.000 €/ha.

## 8. Viabilitat d'una explotació amb l'empelt

En aquest apartat analitzem sense entrar en detall la viabilitat d'una explotació de cànem empeltat en peus de llúpol.

### 8.1. Cicle de cultiu

Les característiques de l'explotació seran molt semblants a les del llúpol, donat que la part radicular es mantindrà. Per tant, mantindrem el marc de plantació ja que treballarem sobre plantes de llúpol. Aquest, com ja hem dit, és de 3 m entre línies per 1,5 m entre plantes de la mateixa línia. En total, 2.220 pl/ha.

El cicle de cultiu del cànem és molt semblant al del llúpol podent coincidir perfectament els dos cultius a la perfecció. La planta de llúpol torna a la seva activitat al sortir del hivern i comença a brotar al març. En el cas del cànem sembrem al febrer i començarà a brotar també al març. En aquest cas, com veurem més endavant en les instal·lacions, farem servir una cambra de germinació, per tant encara que coincideixi podrem fer germinar la llavor en el moment que vulguem.

La planta de llúpol començarà a brotar a mitjans de març i primers d'abril on es procedirà a la poda de tots els brots excepte un per planta. Seleccionarem el brot més vigorós. Aquest serà el brot que seleccionarem per fer el posterior empelt amb cànem. No es gaire significatiu que la tija pateixi alguns danys per gelades ja que d'aquesta tija ens interessa els primer centímetres per poder empeltar les plantes. Tampoc haurem de preocupar-nos per una uniformitat perquè en el moment de l'empelt, totes les plantes ja hauran desenvolupat un brot.

### 8.2. Instal·lacions

En el cas de del cànem empeltat no necessitaríem un sistema de tutoratge obligatòriament. Sí l'empelt es fa el suficientment bé no caldria cap sistema de suport per la planta. El més ideal és que la planta empeltada estigui fins i tot per sota del sòl, d'aquesta manera es reforça el punt d'inflexió entre les dues espècies. Per tant podem prescindir de tota la infraestructura de tutor que necessita el llúpol.

Per altre part necessitem una cambra per tal de poder germinar les llavors en les condicions més ideals, tant de temperatura i humitat com lliure de patògens. Aquesta sala ha de garantir les condicions d'higiene més òptimes. Per això s'ha optat per una sala de germinació, on podem diferenciar dues cambres, una de germinació i un altre de conservació de les plantes mares per poder desenvolupar les ramificacions i deixar que les plantes sexin per poder realitzar els esqueixos per l'empelt.

### 8.3. Adobat

Com que la part radicular serà la del llúpol, el pH ideal segueix sent el mateix. També mantindrem les mateixes tasques en quant al treball de la terra.

Els tres limitants per assolir el màxim de producció són el N, K i P (Werf, 2004).

Pel cultiu de cànem industrial es requereixen 75 kg de nitrogen (N), 38 kg de superfosfat triple ( $P_2O_5$ ) i 113 kg de clorur de potassi ( $K_2O$ ) per hectàrea (Werf, 2004)

**Taula 13.** *Extracció de nutrients del sòl per part del cànem segons Berger, 1969 per la planta sencera i McEno, 1991 per la part de les flors.*

Cultiu	Nutrients en kg/ha					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Cànem planta sencera 20.000 kg MS/ha	177	53	184	199	35	18
Cànem només flors 1.200 kg/ha	56	30	15	6	10	9

Podem observar que les parts extrems per la planta de cànem són pràcticament igual a les del llúpol. Per tant podem mantenir els mateixos nivells de fertilització.

#### 8.4. Reg

L'aplicació del reg s'hauria d'adaptar a les necessitats del cànem. Per tant, la quantitat de reg aplicat serà superior ja que la demanda hídrica del cànem, tal i com hem vist és superior a la del llúpol. Aquest reg arribarà al seu màxim entre l'aparició del cinquè parell de fulles fins floració, en aproximadament 42 dies.

#### 8.5. Collita

La producció de flor seca en cànem s'estima que ronda els 300 kg/ha en una producció per extensiu. En el nostre cas utilitzem els valors de la producció per extensiu per tal de comparar els resultats amb el llúpol. Tot i que no podem suposar amb certesa que els valors fossin aquests.

#### 8.6. Assecatge

La flor de cànem també requereix un assecatge de la flor previ abans de la seva comercialització i/o transformació. En aquest cas podem aprofitar les instal·lacions que s'utilitzen per l'assecatge de la flor de llúpol. El tractament de la flor té un cost de 2,25 €/kg per 300 kg/ha obtenim uns costos per tractar les flors de 675 €/ha (Costa, 2017).

#### 8.7. Costos de l'explotació

El càlcul dels costos de l'explotació de cànem empeltada que es mostren a continuació estan basades en les dades extrems de Costa, 2017. En aquest apartat es pretén mostrar els costos, ingressos i rendibilitat d'una explotació de cànem empeltat sobre llúpol. Partim de la premissa que l'explotació de llúpol ja està implantada i es vol fer una transformació.

Actualment el preu en flor seca de cànem industrial es situa en uns 274,29 €/kg. Conforme aquest preu i contemplant una producció de 300 kg/ha, els ingressos per collita ascendeixen a 82.286 €/ha. Els beneficis del projecte es calculen suposant una producció igual al rendiment del cànem sense empeltar, degut a que amb el projecte no hem pogut confirmar la viabilitat de la producció de les flors fins al punt òptim de collita.

Els costos de la campanya seran pràcticament iguals al del llúpol exceptuant el material de tutoratge i la mà d'obra. Com hem dit el tutoratge passa a ser prescindible i la mà d'obra es veu considerablement ampliada degut a la implementació de l'empelt. Per aquest motiu ampliem el cost de la mà d'obra en uns 800€ per campanya.



**Taula 14.** Costos variables per la implementació del empelt sobre una explotació de llúpol.

Costos variables	Preu (€/ha)
Fertilitzants	813
Plaguicides	488
Subministres (gasoil, electricitat, lubricants...)	862
Manteniment de maquinària	300
Seguros (collita i maquinària)	230
Mà d'obra	1.800
Arrendaments	250
<b>Total</b>	<b>4.743</b>

A la següent taula observem la inversió inicial que caldria fer per tal d'implementar el cultiu.

**Taula 15.** Estimació aproximada de la inversió inicial per la implantació del cultiu.

Concepte	€/ha
Instal·lació	59.643
Preparació del terreny	380
Material vegetal	1.563
Sistema de reg	2.500
Cambra germinació i plantes mare	75.000
Mà d'obra	5.200
Maquinària	2.080
Tractor de 72 cv	-
Cultivador	-
Abonadora centrífuga	-
Podadora	400
Atomitzador de 1000L	-
Bomba de reg	480
Talladora i remolc	1.200
Assecadora	3.000
<b>Total</b>	<b>89.723</b>

8.8. Guanys i balanç

En aquest cas l'avaluació aproximada econòmica del projecte seria la mostrada a la **Taula 16**.

**Taula 16.** *Inversions, costos i beneficis d'una explotació de cànem empeltat.*

Anys	Inversió (€)	Costos d'explo- tació (€)	Ingressos (€)	Balanç (€)
0	89.723	1.268	0	- 90.991
1		4.743	82.286	77.543
2		4.743	82.286	77.543
3		4.743	82.286	77.543
4		4.743	82.286	77.543
5		4.743	82.286	77.543
6		4.743	82.286	77.543
7		4.743	82.286	77.543
8		4.743	82.286	77.543
9		4.743	82.286	77.543
10		4.743	82.286	77.543
11		4.743	82.286	77.543
12		4.743	82.286	77.543
13		4.743	82.286	77.543
14		4.743	82.286	77.543
15		4.743	82.286	77.543
16		4.743	82.286	77.543
17		4.743	82.286	77.543
18		4.743	82.286	77.543
19		4.743	82.286	77.543
20		4.743	82.286	77.543
21		4.743	82.286	77.543
22		4.743	82.286	77.543
23		4.743	82.286	77.543
24		4.743	82.286	77.543
25		4.743	82.286	77.543
Total	89.723	119.843	2.057.150	1.847.584
TIR	87,5%			

Al cap de 25 anys en l'explotació tenim un benefici de quasi 2 milions d'euros. La diferència amb explotacions de llúpol es força significativa. En aquest cas partim de l'avantatge que podem mantenir els peus de llúpol i la maquinaria que ja utilitzàvem pel cultiu, per tal la conversió no es tant difícil. Si comparem el TIR dels dos projectes podem veure una gran diferència entre els dos.

## 9. Conclusions de viabilitat

No podem afirmar que l'explotació de cànem empeltat sobre llúpol sigui viable perquè per això, faria falta desenvolupar del tot el projecte de l'empelt i comprovar la viabilitat d'aquest. Aquests aspectes s'especifiquen al apartat de les conclusions de l'assaig de l'empelt amb més detall.

Per tant no podem afirmar que la conversió fos possible.

Els càlculs econòmics estan desenvolupats en base als rendiments de plantes de cànem, el qual una conversió al cultiu en extensiu de cànem ja seria factible. Per altra banda, el cultiu amb empelt només tindria sentit en el cas que el rendiment de l'empelt fos igual o més gran econòmicament que el cost que suposa la mà d'obra per la realització de l'empelt. Això suposa la mà d'obra de la germinació del cànem i els empelts de les plantes corresponents.

## 10. Conclusions finals

Els resultats obtinguts ens suggereixen que l'empelt entre la planta de *Cannabis sativa L.* i *Humulus lupulus L.* és viable malgrat que s'hauria de confirmar fins a quin estat fenològic pot arribar la planta empeltada.

En el treball no s'han obtingut tots els resultats desitjats. A causa de la mort de la planta empeltada no hem pogut comparar rendiments entre la planta empeltada i l'esqueix de cànem. Tampoc va ser possible poder extreure conclusions de fins a quantes plantes podria suportar una sola planta de llúpol.

En quant a la viabilitat d'una explotació de cànem empeltat no podem extreure unes conclusions sòlides degut a que no hem verificat que l'empelt sigui 100% viable fins al desenvolupament de la flor. Podem afirmar que segons l'estat del mercat actual dins del marc estatal i fins i tot europeu, un canvi d'una explotació de llúpol a un cultiu de cànem seria més rendible oferint més ingressos. Però en cap cas queda demostrat que una explotació amb empelts sigui viable.

## 11. Bibliografia

- GORCHS, G. i COMAS, J., 2006. Viabilitat tècnica i econòmica del cànem industrial als secans frescs i semifrescs de Catalunya. *Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural.*
- AMADUCCI, S., SCORDIA, D., LIU, F.H., ZHANG, Q., GUO, H., TESTA, G. y COSENTINO, S.L., [sin fecha]. Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products, Volume 68*,
- ATANCE, J.A.R. y RUIZ, J.F., 2000. Uso de los cannabinoides a través de la historia. *Adicciones* [en línea], vol. 12, no. 5, pp. 19-30. ISSN 0214-4840. DOI 10.20882/adicciones.670. Disponible en: <http://www.adicciones.es/index.php/adicciones/article/view/670>.
- BREUER, T., 1985. *El cultivo del lúpulo en España: desarrollo espontáneo y regulación orientada hacia la demanda* [en línea]. 1985. S.l.: s.n. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1456723>.
- COSTA, M., 2017. *Projecte final Màster Agricultura Ecològica. Cultivo de cañamo industrial ecológico destinado a la elaboración de complementos alimentarios a base de cannabinoides*. S.l.: Universitat de Barcelona.
- ESCAURIAZA, R. De, 1945. Cultivo del Lúpulo. *Ministerio de Agricultura*,
- EUROPEAS, D.O. de las C., 2000. Reglamento (CE) N° 1529/2000 de la comisión de 13 de julio de 2000 por el que se fija la lista de las diferentes variedades de Cannabis sativa L. que pueden optar a la ayuda establecida en el Reglamento (CEE) n° 2358/71 del Consejo. ,
- FASSIO, A., RODRÍGUEZ, M.J. y CERETTA, S., 2013. Cáñamo ( Cannabis sativa L .). *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Boletín de Divulgación N° 103*, pp. 1-96.
- GARCÍA, E.C. y SÁNCHEZ, J.P.E., 2006. Una revisión histórica sobre los usos del cannabis y su regulación. *Salud y Drogas* [en línea], vol. 6, no. 1, pp. 47-70. ISSN 1578-5319. Disponible en: [http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/47637/5013441.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://www.aesed.com/descargas/revistas/v39n1\\_1.pdf](http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/47637/5013441.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://www.aesed.com/descargas/revistas/v39n1_1.pdf).
- H., M.M.M., 2008. EL CANNABIS EN LA HISTORIA : PASADO y PRESENTE CANNABIS. *Historia* [en línea], vol. 13, no. 15, pp. 95-110. Disponible en: [http://200.21.104.25/culturaydroga/downloads/culturaydroga13\(15\)\\_7.pdf](http://200.21.104.25/culturaydroga/downloads/culturaydroga13(15)_7.pdf).
- IZU, F.B., 2013. Plantación de Lúpulo de 2,04ha en Mabegondo (A Coruña). *Universidad Politécnica de Madrid*,
- KRONBERGS, A., ŠIRAKS, E., ADAMOVIČS, A. y KRONBERGS, Ē., 2011. MECHANICAL PROPERTIES OF HEMP ( CANNABIS SATIVA ) BIOMASS. *Latvia University of Agriculture. Proceeding of the 8th International Scientific and Practical Conference.*, vol. 1, pp. 184-190.
- LLC, H., 2011. Hop Variety Handbook. *Hopunion LLC. Yakima, Washington, USA*.
- MARCOS, J.A.M., NADAL, J.L.O., ANDIÓN, J.P., ALONSO, J.V., PEDREIRA, J.M.G. y PAZ, J.F., 2011. Guía del cultivo del lúpulo. *Centro Investigaciones Agrarias de Mabegondo*.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, P. y A., 2003. Índice Reglamento (CE) N°1782/2003 del consejo por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) n° 2019/93, (CE) n° 1452/2001, (CE) n° 1453/2001, (CE) n° 1454/2001, (CE) n° 1868/94, (CE) n° 1251/1999, (CE) n° 1254/1999, (CE) n° 1673/2000, (CEE) n° 2358/71 y (CE) n° 2529/2001. ,
- POISA, L. y ADAMOVICS, A., 2011. Evaluate of hemp (Cannabis sativa L.) quality parameters for bioenergy production. *Engineering for Rural Development*, pp. 358-362. ISSN 16913043.
- RUSSO, E., 2006. Historia del cannabis como medicamento. *Uso terapéutico del cannabis y los cannabinoides, Grupo Ars XXI de Comunicación, S.L.* pp. 1-16.
- USA HOPS, 2014. Variety Manual. *USAHOPS* [en línea], Disponible en: [http://www.usahops.org/brochures/2014\\_Hop\\_VarietyManual\\_SinglePage.pdf](http://www.usahops.org/brochures/2014_Hop_VarietyManual_SinglePage.pdf).
- WESTERHUIS, W., 2016. *Hemp for textiles: plant size matters*. S.l.: Wageningen University and Research Center. ISBN 9789462577879.



YAKIMA CHIEF INC., 2013. Hop Varietal Guide. *Yakima Chief, Inc.*

MEDIAVILLA, V., P. BASSETTI, M. KONERMANN AND I. SCHMID-SLEMBROUCK 1998.

*Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. [Optimizing nitrogen fertilization and seed density in hemp cultivation.] Agrarforschung 5(5): 241-244. [in German]*



## 12. Annexos

Fitxes tècniques de les varietats de llúpul utilitzades:

No ha estat possible trobar més informació sobre la varietat del H7 Leonés més que la mostrada a continuació degut a que és una varietat recuperada i no es gaire utilitzada.



### DESCRIPCIÓN

#### Características del rizoma de H7 leonés:

La variedad de lúpulo H7 es una variedad ecotipo leonesa, que se dejó de cultivar hace unos 30 años y hemos recuperado en Vendolupulo. Crece fácilmente en todos los climas y terrenos. Es moderadamente resistente a enfermedades y plagas. El follaje es poco denso, hojas verdes oscuras, conos medianos, alargados y compactos.


# Nugget



Origin/History	Nugget was released in 1983 from the USDA breeding program in Oregon. It was bred in 1970 from the USDA 65009 female plant and USDA 63015M. It's lineage includes Brewers Gold and Canterbury Golding.	
Agronomics	Tolerant to downy mildew and powdery mildew, with good pickability of a medium, compact cone.	
Brewing Quality	Nugget has good bittering quality, with pleasantly mild, herbal and floral aromas.	
Maturity	Medium	
Yield	2,100 – 2,400 kgs/ha 1,900 – 2,100 lbs/acre	
Alpha acids	13.5 – 15.5%	 
Beta acids	4.4 – 4.8%	
Alpha:Beta Ratio	3.1	
Cohumulone	23.0 – 25.0% (% of alpha acids)	
Total Oil	1.4 – 3.0 (mls. of oil per 100g)	
<u>Oil Components</u>	<u>Expressed as % of total oils</u>	
B-Pinene	0.4 – 0.6%	
Myrcene	40.0 – 50.0%	
Linalool	0.8 – 1.0%	
Caryophyllene	9.0 – 11.0%	
Farnesene	< 1.0%	
Humulene	18.0 – 22.0%	
Geraniol	0.1 – 0.2%	
Storage	Good	



# Tettnang

Origin/History	Tettnang is an aroma-type cultivar, which originated in the Tettnanger hop growing area of Germany as a land-race hop. It is grown in the USA in Oregon and Washington.	
Agronomics	Moderate tolerance to downy mildew and fair pickability of a small, open cone.	
Brewing Quality	Tettnang is used for its slightly spicy, floral aromatic properties.	
Maturity	Early	
Yield	1,000 – 1,500 kgs/ha 900 – 1,340 lbs/acre	
Alpha acids	3.9 – 6.3%	
Beta acids	2.0 – 3.6%	
Alpha:Beta Ratio	1.8	
Cohumulone	26.0 – 29.0% (% of alpha acids)	
Total Oil	0.4 – 0.8 (mls. of oil per 100g)	
<u>Oil Components</u>	<u>Expressed as % of total oils</u>	
B-Pinene	0.3 – 0.5%	
Myrcene	30.0 – 40.0%	
Linalool	0.6 – 0.8%	
Caryophyllene	10.0 – 14.0%	
Farnesene	5.0 – 8.0%	
Humulene	25.0 – 30.0%	
Geraniol	0.2 – 0.4%	
Storage	Fair	

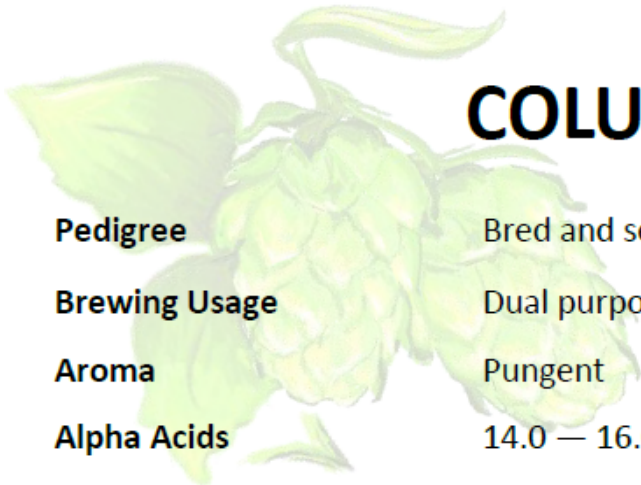


# Magnum

Origin/History	Magnum was bred in 1980 at Huell, the German Hop Research Institute, from the American variety Galena and the German male 75/5/3.
Agronomics	Tolerant to downy mildew, susceptible to powdery mildew. Poor pickability of a large, compact cone.
Brewing Quality	Magnum is used for its bittering value and quality.
Maturity	Medium
Yield	2,000 – 2,200 kgs/ha 1,800 – 2,000 lbs/acre
Alpha acids	10.9 – 15.6%
Beta acids	6.0 – 6.7%
Alpha:Beta Ratio	2.1
Cohumulone	20.0 – 22.0% (% of alpha acids)
Total Oil	2.0 – 3.0 (mls. of oil per 100g)
<u>Oil Components</u>	<u>Expressed as % of total oils</u>
B-Pinene	0.4 – 0.8%
Myrcene	30.0 – 40.0%
Linalool	0.4 – 0.7%
Caryophyllene	7.0 – 12.0%
Farnesene	< 1.0%
Humulene	25.0 – 30.0%
Geraniol	0.3 – 0.6%
Storage	Good





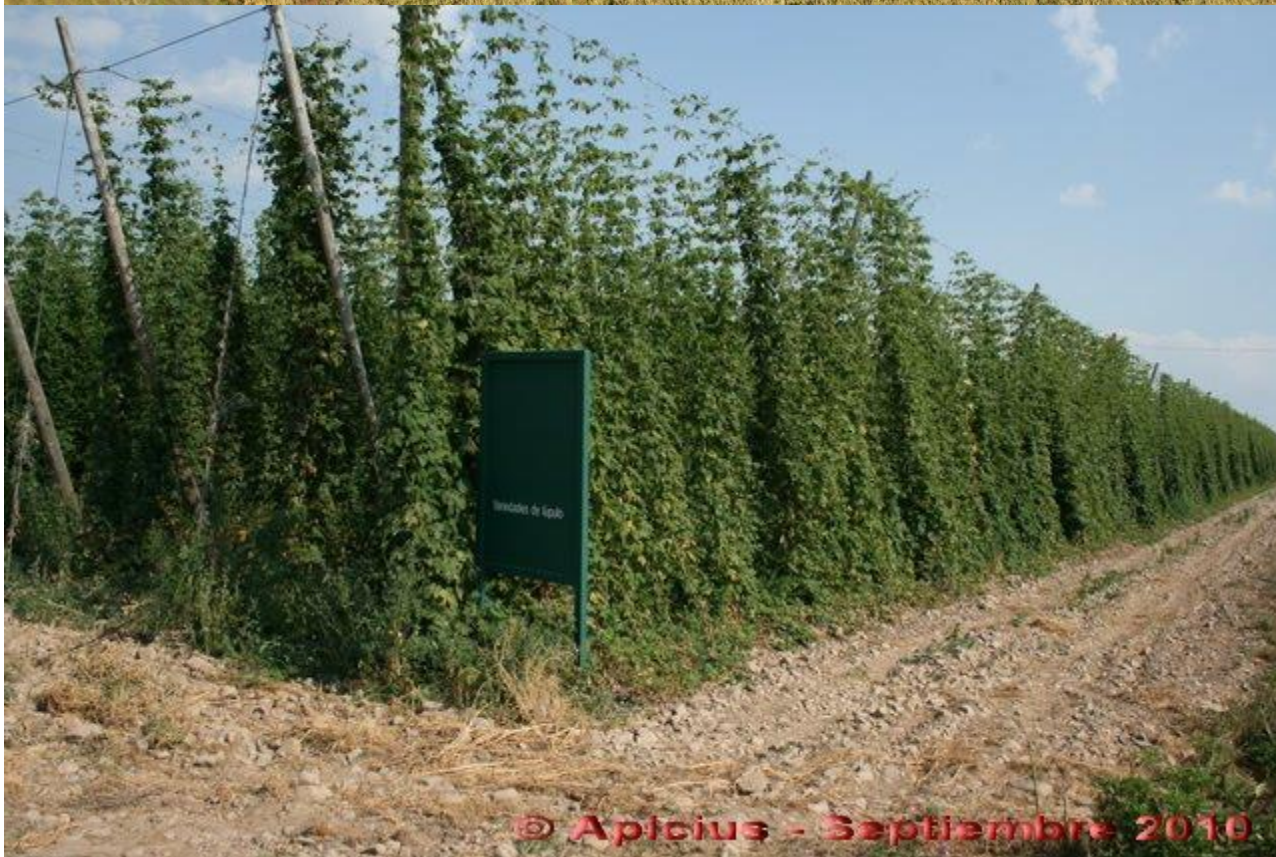
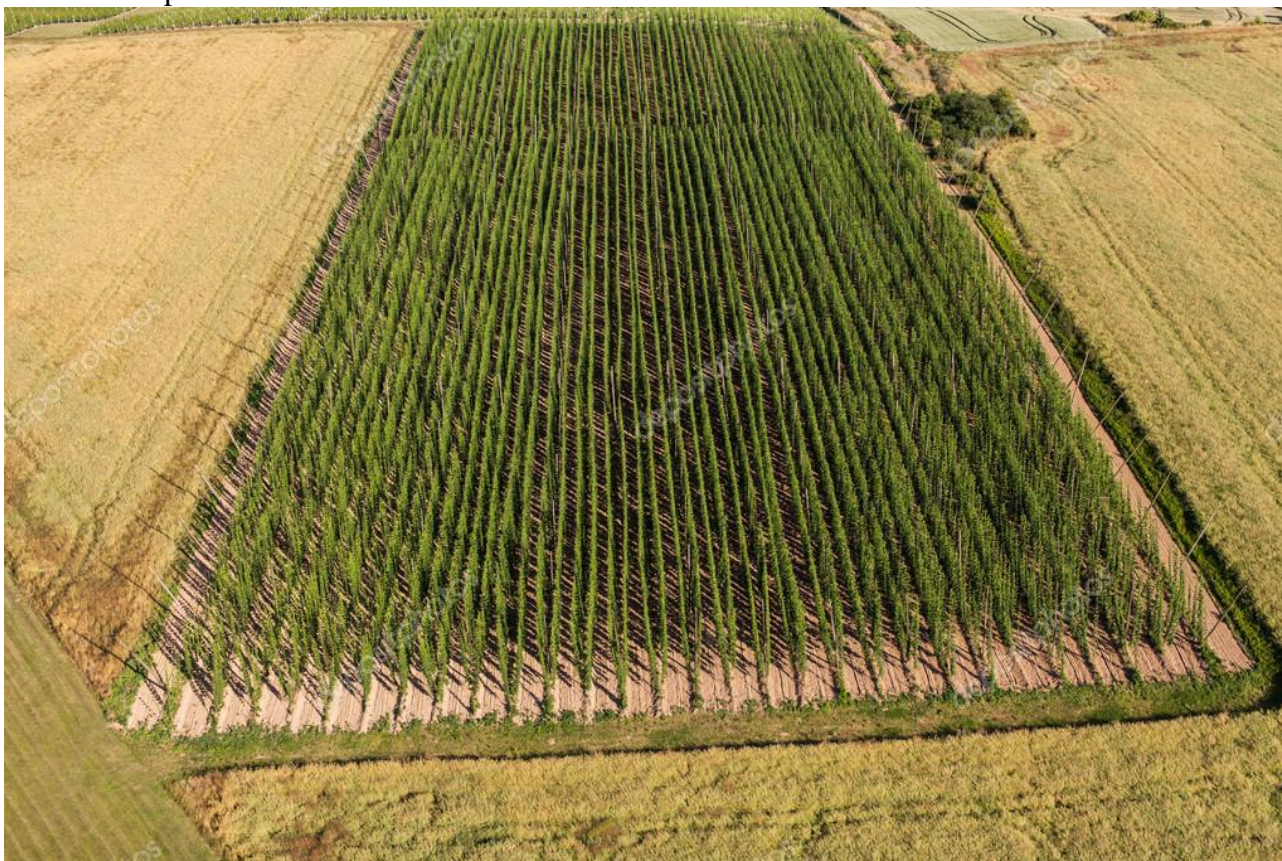


# COLUMBUS

<b>Pedigree</b>	Bred and selected from Hopunion breeding
<b>Brewing Usage</b>	Dual purpose
<b>Aroma</b>	Pungent
<b>Alpha Acids</b>	14.0 — 16.0%
<b>Beta Acids</b>	4.0 — 5.0%
<b>Co-Humulone</b>	30 — 35% of alpha acids
<b>Total Oil</b>	1.5 — 2.0 mls/100g
<b>General Trade Perception</b>	Popular oil profile, great for dry hopping
<b>Possible Substitutions</b>	Chinook, Galena, Millennium and Nugget
<b>Typical Beer Styles</b>	US IPA, US Pale Ale, Stout, Barley Wine, Lager
<b>Additional Information</b>	Part of “CTZ” with Tomahawk® and Zeus



## Cultiu de llúpol









Inflorescència de la planta de llúpul:



Mecanització de la collita del cultiu de llúpul:









## Collita a mà



## Cultiu de cànem industrial:









## Mecanització collita de cànem:









Assecatge del cànem:

## SECADO



CONTROLAMOS TEMPERATURAS - HUMEDAD - MOVIMIENTO DEL AIRE Y LOS RECOLECTAMOS  
Y GUARDAMOS EN CAJAS DE CARTÓN HASTA SU TRANSFORMACIÓN FINAL







Exemples d'empelts:

